

# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA**



**Facultad De Ciencias**

**Escuela Profesional De Ingeniería  
Electrónica Y Telecomunicaciones**



## **TESIS**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA PILOTO DE RIEGO TECNIFICADO – AREA DE  
PRÁCTICAS DE LA ESCUELA DE AGRONOMIA DE LA UNP, USANDO  
TECNOLOGÍA INALÁMBRICA Y ENERGÍA SOLAR”**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. SEGUNDO MARIO GARCIA TORRES**

**ASESOR: ING. EDUARDO OMAR – ÁVILA REGALADO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES**

**Línea de Investigación: Informática, Electrónica y Telecomunicaciones**

**Sub Línea: Control e Instrumentación Industrial**

**PIURA – PERÚ  
2019**



---

**Bach. SEGUNDO MARIO GARCIA TORRES**  
**EJECUTOR DE TESIS**



---

**Ing. EDUARDO AVILA REGALADO**  
**ASESOR**

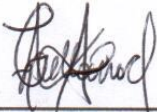
**Los miembros del jurado calificador para evaluar la tesis presentada  
por el señor Bachiller: SEGUNDO MARIO GARCIA TORRES titulada:**

**“DISEÑO DE UN SISTEMA PILOTO DE RIEGO TECNIFICADO - AREA  
DE PRÁCTICAS DE LA ESCUELA DE AGRONOMIA DE LA UNP,  
USANDO TECNOLOGÍA INALÁMBRICA Y ENERGÍA SOLAR”**



---

**MSc. FRANKLIN BARRA ZAPATA**  
Presidente



---

**Dr. CARLOS ENRIQUE ARELLANO RAMIREZ**  
Secretario



---

**Ing. CESAR ESTRADA CRISANTO**  
Vocal



# UNIVERSIDAD NACIONAL DE PIURA FACULTAD DE CIENCIAS



ACTA DE SUSTENTACIÓN 077-2018-D-FC-UNP

## FACULTAD DE CIENCIAS

Los Miembros del Jurado Calificador, que suscriben, reunidos para evaluar la Tesis denominada "DISEÑO DE UN SISTEMA PILOTO DE RIEGO TECNIFICADO - ÁREA DE PRÁCTICAS DE LA ESCUELA DE AGRONOMÍA DE LA UNP, USANDO TECNOLOGÍA INALÁMBRICA Y ENERGÍA SOLAR" presentada por el señor Bachiller GARCÍA TORRES SEGUNDO MARIO, con el asesoramiento del Ing. Eduardo Omar Ávila Regalado, oídas las observaciones y respuestas a las preguntas formuladas, y de conformidad al Reglamento de Tesis para obtener el Título Profesional en la Facultad de Ciencias, lo declaran:

APROBADO ☒

DESAPROBADO ☐

Con la mención de:

*May Bueno*

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo de Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES.

(X) En consecuencia, queda en condición de ser ratificado por el Consejo Universitario de la Universidad Nacional de Piura, y recibir el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO ELECTRÓNICO Y TELECOMUNICACIONES; después que el sustentante incorpore la sugerencia del Jurado Calificador.

Piura, 29 de diciembre 2018.

UNP

*[Signature]*  
MSc. FRANKLIN BARRA ZAPATA  
PRESIDENTE DE JURADO DE TESIS

*[Signature]*  
Dr. CARLOS ENRIQUE ARELLANO RAMÍREZ  
SECRETARIO DE JURADO DE TESIS

*[Signature]*  
Ing. CESAR HUMBERTO ESTRADA CRISÁNTO  
VOCAL DE JURADO DE TESIS



Campus Universitario - Urb. Miraflores S/N. Castilla  
PIURA - PERU



**DECLARACION JURADA**  
**DE ORIGINALIDAD DE TRABAJO DE INVESTIGACION**

Yo, SEGUNDO MARIO GARCIA TORRES identificado con CU/DNI N° 44614103 en la  
condición de Estudiante ( ) Egresante ( ) Egresado (X) de la Facultad Y/O Escuela Profesional de  
CIENCIAS, ESCUELA ING. ELECTRONICA Y FELC y domiciliado en A.H. 31 DE ENERO  
Provincia PIURA Departamento PIURA  
PIURA Celular 955007807 Email mario.g.sj@hotmail.com

DECLARO BAJO JURAMENTO: que el trabajo de investigación que presento a la Oficina Central de Investigación (OCIN), es original, no siendo copia parcial ni total de un trabajo de investigación desarrollado, y/o realizado en el Perú o en el Extranjero, en caso contrario de resultar falsa la información que proporciono, me sujeto a los alcances de lo establecido en art. N° 411, del código Penal concordante con el art. N° 32 de la Ley N° 27444, y Ley del Procedimiento Administrativo General y las Normas Legales de Protección a los Derechos de Autor.

En fe de lo cual firmo la presente.

Piura, 20 del diciembre 2019...



Mario Garcia Torres  
D.N.I. N° 44614103

Artículo 411.- El que, en un procedimiento administrativo, hace una falsa declaración en relación a hechos o circunstancias que le corresponde probar, violando la presunción de veracidad establecida por la ley, será reprimido con pena privativa de libertad no menor de uno ni mayor de 04 años.

Art. 4. Inciso 4.12 del Reglamento de Registro Nacional de Trabajos de Investigación para optar grados académicos y títulos profesionales-RENATI Resolución de Consejo Directivo N° 033-2016-SUNEDU/CD

## DEDICATORIA

Este trabajo está dedicado a Dios, a quien considero el ser supremo, fuente inagotable de fortaleza.

A mi Madre Nilda Torres, por su esfuerzo y apoyo incondicional en mi desarrollo profesional y personal; a mi Padre Segundo García y a toda mi familia por su apoyo y confianza.

A Iris Culquicondor y mi pequeña Valentina, fuente de perseverancia y lucha.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por sus infinitas bendiciones; ser maravilloso, que me da fuerza y fe para lograr cumplir mis metas.

A mi familia por su apoyo, confianza en todo lo necesario para poder cumplir mis objetivos como persona y profesional

A los docentes de la Universidad Nacional de Piura, al Ing. Eduardo Ávila Regalado, por su apoyo en la realización de este proyecto de tesis.

A mi esposa y a mi hija por su incondicional apoyo y perseverancia en la lucha por concretar mis metas.

## ÍNDICE GENERAL

|  |      |
|--|------|
| DEDICATORIA.....                                     | IV   |
| AGRADECIMIENTO.....                                  | V    |
| INDICE GENERAL.....                                  | VI   |
| GLOSARIO.....  | X    |
| ABREVIATURAS.....                                    | XII  |
| RESUMEN.....   | XIII |
| ABSTRACT.....  | XIV  |
| INTRODUCCIÓN.....                                    | XV   |
| CAPITULO I:.....                                     | 18   |
| MARCO TEÓRICO .....                                  | 18   |
| 1.1 LA AGRICULTURA Y SU CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN..... | 18   |
| 1.2 LA AGRICULTURA EN PIURA.....                     | 19   |
| 1.3 FUENTES DE RIEGO.....                            | 20   |
| a) Etapa 1.....                                      | 20   |
| b) Etapa 2.....                                      | 20   |
| c) Etapa 3.....                                      | 21   |
| 1.4 RIEGO TECNIFICADO.....                           | 21   |
| 1.4.1 Denominación.....                              | 21   |
| 1.5 TIPOS DE RIEGO TECNIFICADO.....                  | 22   |
| 1.5.1 Riego Tecnificado por Goteo.....               | 22   |
| 1.5.2 Riego Tecnificado por Aspersión.....           | 22   |
| 1.5.3 Riego Tecnificado por Microaspersión.....      | 23   |
| 1.5.4 Riego Tecnificado por Mangas.....              | 23   |
| 1.6 INSTRUMENTACIÓN AGRÍCOLA.....                    | 23   |



|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.6.1  | Humedad.....                                 | 23 |
| 1.6.2  | Temperatura.....                             | 24 |
| 1.6.3  | Viento.....                                  | 24 |
| 1.6.4  | Caudal.....                                  | 25 |
| 1.7    | MICROCONTROLADOR PIC.....                    | 25 |
| 1.7.1  | Pic 16F877A.....                             | 25 |
| 1.8    | SENSORES ELECTRONICOS.....                   | 25 |
| a)     | Sensor de temperatura.....                   | 26 |
| b)     | sensor de humedad.....                       | 26 |
| c)     | sensor de flujo.....                         | 26 |
| d)     | sensor de presión.....                       | 26 |
| 1.9    | ACTUADORES.....                              | 27 |
| 1.9.1  | Actuadores hidráulicos.....                  | 27 |
| 1.9.2  | Válvula.....                                 | 27 |
| 1.9.3  | Actuadores electrónicos.....                 | 27 |
| 1.9.4  | Electrovalvulas.....                         | 28 |
| 1.10   | PANEL SOLAR.....                             | 28 |
| 1.11   | COMUNICACIÓN INALAMBRICA.....                | 29 |
| 1.12   | RED INALAMBRICA DE SENSORES.....             | 30 |
|        | CAPÍTULO II.....                             | 31 |
|        | PLANTEAMIENTO METODOLOGICO.....              | 31 |
| 2.1.   | DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA..... | 31 |
| 2.2.   | DEFINICION DEL PROBLEMA.....                 | 32 |
| 2.3.   | FORMULACION DEL PROBLEMA.....                | 33 |
| 2.4.   | OBJETIVOS.....                               | 33 |
| 2.4.1. | Objetivo general. ....                       | 33 |
| 2.4.2. | Objetivos específicos. ....                  | 34 |
| 2.5.   | JUSTIFICACION DEL ESTUDIO .....              | 34 |
| 2.6.   | VIABILIDAD DEL ESTUDIO.....                  | 35 |
| 2.7.   | ANTECEDENTES.....                            | 35 |

|   |    |
|---|----|
| CAPITULO III.....   | 37 |
| DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATICO DE RIEGO TECNIFICADO.....                                     | 37 |
| 3.1. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA PILOTO DE RIEGO AUTOMATICO.....                             | 37 |
| 3.2. PLANTAMIENTO DE LA SOLUCION.....   | 37 |
| 3.2.1. Módulos de medición .....  | 37 |
| 3.2.1.1. PIC16F877A.....  | 39 |
| 3.2.2. Unidad de Control.....   | 39 |
| 3.3. ELECCION DE LOS SENSORES DE CAMPO.....   | 40 |
| 3.3.1. Sensor de humedad.....   | 40 |
| 3.3.2. Sensor de temperatura.....   | 42 |
| 3.4. MODULO DE TRANSMISION.....   | 42 |
| 3.4.1. Descripción del módulo de radio RF SV611.....  | 43 |
| 3.4.2. Interfaz para la configuración del dispositivo.....                                  | 44 |
| 3.5. DIAGRAMA DE COMUNICACIÓN ENTRE LA UNIDAD DE CONTROL CON LOS<br>MODULOS DE SENSADO..... | 45 |
| 3.6. DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN MÓDULO DE CONTROL.....                                       | 46 |
| 3.7. DIAGRAMA GENERAL DEL PROYECTO.....   | 47 |
| 3.8. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED INALAMBRICA.....  | 48 |
| 3.8.1. Topología de red.....  | 48 |
| 3.9. DIMENSIONAMIENTO DEL SUMISTRO ENERGETICO POR MODULO DE<br>SENSADO.....                 | 50 |
| 3.10. DIAGRAMA DEL SUMINISTRO ELECTRICO PARA LOS MODULOS DE<br>SENSADO.....                 | 50 |
| 3.11. ELECCION DE PANEL FOTOVOLTAICO.....   | 51 |
| CAPITULO IV.....  | 52 |
| DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL HARDWARE DEL SISTEMA.....                                       | 52 |
| 4.1. DISEÑO ELECTRONICO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATICO.....                                | 52 |
| 4.1.1. Suministro energético y regulador de voltaje.....                                    | 52 |
| 4.1.2. Diseño y simulación del sistema de control automático de riego.....                  | 53 |

|  |           |
|--|-----------|
| <b>4.2. ESQUEMATIZACION E IMPLEMENTACION DE LA TARJETA ELECTRONICA DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO AUTOMATICO.....</b> | <b>54</b> |
| <b>4.2.1. Diseño esquemático de la tarjeta electrónica.....</b>  | <b>54</b> |
| <b>4.2.2. Diseño board de la tarjeta electrónica.....</b>  | <b>55</b> |
| <b>CAPITULO V.....</b>   | <b>60</b> |
| <b>DISEÑO DEL SIATEMA DE COMUNICACIÓN Y MONITOREO DEL PROYECTO.....</b>  | <b>60</b> |
| <b>5.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ESTACION MAESTRO.....</b>  | <b>60</b> |
| <b>5.2. DIAGRAMA DE FLUJO DE UN MODULO DE SENSADO Y CONTROL DE RIEGO.....</b>  | <b>62</b> |
| <b>5.3. SOFTWARE DESARROLLADO PARA MUESTREO DE DATOS.....</b>  | <b>63</b> |
| <b>5.3.1. Código del programa desarrollado en Visual Basic.....</b>  | <b>64</b> |
| <b>5.4. CODIGO FUENTE PARA EL MICROCONTROLADOR DE CADA MODULO DE CONTROL.....</b>                                      | <b>68</b> |
| <b>CAPITULO VI.....</b>  | <b>73</b> |
| <b>COSTOS DEL PROYECTO DE SISTEMA PILOTO DE RIEGO TECNIFICADO.....</b>   | <b>73</b> |
| <b>6.1. COSTOS DEL PROYECTO.....</b>   | <b>73</b> |
| <b>61.1. COSTO DE MATERIALES.....</b>  | <b>73</b> |
| <b>61.2. COSTOS DE MATERIALES MAS INGENIERIA.....</b>  | <b>74</b> |
| <b>CONCLUSIONES.....</b>   | <b>75</b> |
| <b>RECOMENDACIONES.....</b>  | <b>76</b> |
| <b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>   | <b>77</b> |
| <b>WEBGRAFIA.....</b>  | <b>78</b> |
| <b>APENDICES.....</b>  | <b>79</b> |

## GLOSARIO

**Agricultura.** - Conjunto de actividades y conocimientos desarrollados por el hombre, destinados a cultivar la tierra y cuya finalidad es obtener productos vegetales (como verduras, frutos, granos y pastos) para la alimentación del ser humano y del ganado.

**Riego Tecnificado.** - se refiere al aprovechamiento eficiente de los recursos acuíferos, a partir del uso adecuado de la tecnología en beneficio de la agricultura; está diseñado para saber cuándo, cuánto y cómo regar, permitiendo la aplicación en los cultivos de agua, fertilizantes y nutrientes de forma segura.

**Riego por goteo.**- es un método de regadío utilizado en las zonas áridas pues permite la utilización óptima de agua y abonos.

**Riego por Aspersión.**- es una modalidad de riego mediante la cual el agua llega a las plantas en forma de "lluvia" localizada.

**Riego por microaspersión.** - es una variante del riego por aspersión pero con menos alcance el agua no llega tan lejos y gotas más pequeñas, siendo ideal para el riego de plantas pequeñas como hortalizas y riego de jardines.

**Riego por mangas.** - es un sistema cuya herramienta es la manga para el riego que ha tomado una gran relevancia entre los productores agropecuarios dado su bajo costo de inversión, su practicidad, facilidad de manipulación, traslado e instalación.

**Microcontrolador PIC.**- un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos

**Sensor.** - es aquel dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

**Sensor de Humedad.** - referente al dispositivo que mide la humedad relativa en un área dada.

**Sensor de Temperatura.** - son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.

**Sensor electrónico.** - dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas.

**Actuadores.** - dispositivo inherentemente mecánico cuya función es proporcionar fuerza para mover o “actuar” otro dispositivo mecánico.

**Electro válvulas.**- es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería.

**Panel Solar.**- dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento.

## **ABREVIATURAS**

Art. : Artículo

CO<sub>2</sub> : Dióxido de carbono.

CC : Código Civil

IEEE : Institute of Electrical and Electronics Engineers

KM : Kilometro

LCD : Liquid Cristal Display

MINAGRI : Ministerio de Agricultura y Riego

ONERN : Oficina Nacional de Evaluaciòn de Recurso Humanos

PIC : Programmable Interrup Controller

PRT : Programa de Riego tecnificado

Ed. : Edición

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal desarrollar un Sistema Piloto de Riego Tecnificado aplicando Tecnología Inalámbrica y Energía Solar para el uso eficiente del agua en la agricultura de la Región Piura, ya que la agricultura es una actividad primaria, se ve afectada de manera directa cuando hay escasez de lluvias por lo que en ese sentido este proyecto de tesis busca dar solución a dicha problemática.

En el desarrollo de este proyecto de tesis se plantea el diseño de un sistema piloto de riego tecnificado, teniéndose e previsto su desarrollo en el área de prácticas de siembra y cultivo de la escuela de Agronomía de la UNP, considerando que existe una base justificable para su aplicación.

Además, se debe tener en cuenta que el proyecto no solo está r orientado a una mejora de la calidad de riego sino también tiene como objetivo servir como herramienta adicional en el uso eficiente del agua en cuanto a la baja disponibilidad del recurso hídrico, así como hacer uso de energía renovable minimizando el uso de energía eléctrica para el suministro energético de sus dispositivos de medición, actuación y control.

### **PALABRAS CLAVES:**

**Riego Tecnificado, Agricultura, Sensores, Electrónica, Panel Solar.**



## **ABSTRACT**

The main objective of this research work is to develop a Technified Irrigation Pilot System applying Wireless Technology and Solar Energy for the efficient use of water in agriculture in the Piura Region, since agriculture is a primary activity, it is affected in a direct when there is a shortage of rain so in this sense this thesis project seeks to solve this problem.

In the development of this thesis project the design of a pilot system of technified irrigation is proposed, having and planned its development in the area of sowing and cultivation practices of the Agronomy School of the UNP, considering that there is a justifiable basis for your application.

It should also be taken into account that the project is not only aimed at improving the quality of irrigation but also aims to serve as an additional tool in the efficient use of water in terms of low availability of water resources, as well as use of renewable energy by minimizing the use of electrical energy for the energy supply of its measuring, acting and control devices.

## **KEYWORDS:**

**Technical irrigation, Agriculture, Sensors, Electronics, Solar Panel.**

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad la agricultura es una de las actividades primarias con las cuales se identifica nuestra región ya que gran parte de las empresas y pobladores de la misma satisfacen sus necesidades a raíz del aprovechamiento de ella. Sin embargo, existe una problemática latente cuando hay escasez de agua por lo que, a efectos de salvaguardar los derechos económicos, se ha implementado el riego tecnificado o la tecnificación de riego, el cual da un aprovechamiento eficiente de los recursos acuíferos, a partir del uso adecuado de la tecnología en beneficio de la agricultura; está diseñado para saber cuándo, cuánto y cómo regar, permitiendo la aplicación en los cultivos de agua, fertilizantes y nutrientes de forma segura.

Esta técnica se puede orientar a la disminución del consumo de agua, reducción de trabajo, facilidad de aplicación, aumento de producción por unidad o superficie y obtención de productos con mejor calidad.

En ese orden de ideas este proyecto de investigación tiene como finalidad realizar un análisis aplicativo acerca de la implementación del diseño de un sistema piloto de riego tecnificado, teniéndose previsto su desarrollo en el área de prácticas de siembra y cultivo de la escuela de Agronomía de la UNP, considerando que existe una base justificable para su aplicación.

Por lo que teniendo en cuenta que la tecnología se mantiene en constante evolución y se desarrolla a pasos agigantados buscamos dar solución a través de ella a la problemática existente en aras de dar un mejor aprovechamiento al recurso hídrico ya que con la implementación que se plantea habrá mayor control de dicho recurso pudiéndose minimizar costos y maximizar tiempo y agente económico.

Lo señalado anteriormente, constituye mi posición respecto del objeto de investigación en la presente Tesis, la cual ha sido reforzada con enfoques de diversos proyectistas.

Por otro lado, la presente está constituida por cinco capítulos: I) Marco Teórico, II) Planteamiento Metodológico, III) Diseño del Sistema de Riego Tecnificado, IV) Diseño e Implementación del Hardware y V) Desarrollo del Software.

En el Capítulo I, en lo concerniente al marco teórico, hemos considerado pertinente desarrollar en primer término lo relacionado a la agricultura. Posteriormente se abarca lo referente al tema de Riego Tecnificado ya que es ahí donde estamos circunscribiéndonos específicamente.

En el Capítulo II -Planteamiento Metodológico- se abordan los puntos referentes a la descripción del proyecto, la fundamentación del problema, así como su formulación, la justificación de la investigación, los objetivos que hemos considerado en nuestra investigación, tanto el general como los específicos.

En el Capítulo III, se realiza básicamente el desarrollo tecnológico del sistema de Riego tecnificado y como interactúa con su parte electrónica es decir la aplicación de los sensores, pic, etc.

En el Capítulo IV, se desarrolla el diseño de la tarjeta electrónica de cada módulo controlador del proyecto con el programa Eagle posteriormente se realiza una simulación en Isis Proteus.

En el Capítulo V, donde visualizaremos el software aplicado en el desarrollo de este proyecto de tesis.

Y por último tenemos el Capítulo VI, de Costos del proyecto de tesis, en el cual se advierte los presupuestos económicos que se ha invertido en el mismo.

Finalizando nuestro trabajo de investigación con las conclusiones abordadas, y planteando recomendaciones.

**Segundo Mario García Torres**

## **CAPITULO I:**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **1.1. LA AGRICULTURA Y SU CAPACIDAD DE PRODUCCIÓN**

Piura, tiene una superficie de 35,892.49 Km<sup>2</sup>, equivalente al 3% del territorio peruano. Los ecosistemas que componen la región Piura, han sido estudiados por diversos científicos de diferentes especialidades. Se tiene información por los cronistas, que describieron el medio ambiente tras su ingreso al Nuevo Perú, y posteriormente por misiones científicas que han recorrido nuestra Patria. Característica principal de esta región, es su gran diversidad biológica, ecológica y cultural, reportándose 17 de las 84 zonas de vida reconocidas para el Perú, según el Mapa Ecológico de la ONERN (Oficina Nacional de evaluación de Recursos Naturales). La existencia de pisos ecológicos costeros y los de la cordillera occidental de los andes, contribuyen a esa diversidad.

La presencia del Fenómeno el Niño de igual manera cumple un papel modificador del medio ambiente regional, observándose la presencia de suelos delgados y pobres en materia orgánica con tendencia a la erosión, salinización y agotamiento. El agua es escasa, con uso excesivo en riegos y tecnología inadecuada de almacenamiento y en lo referente a la vegetación se nota una modificación del desierto costero y del piedemonte, con un nutrido bosque, que se acentúa mucho más con las lluvias estacionales.

En el sector agrario predomina el monocultivo y cultivos que no son adecuados para mantener la calidad de la tierra, como por ejemplo el arroz (Monografías, 2010)

## **1.2. LA AGRICULTURA EN PIURA**

La agricultura en la Región Piura se divide en cuatro valles ó sistemas hidrológicos. Los Valles del Chira (35 000 Ha) y Bajo Piura (45 000 Ha) son atravesados por los ríos Chira y Piura como fuente de riego respectivamente. Ambos valles son abastecidos por el Reservorio de Poechos, con capacidad efectiva de alrededor de 750 millones de metros cúbicos.

Por su parte el Valle de San Lorenzo resulta de una Colonización alrededor del Reservorio de San Lorenzo, finalizado en 1959 y que tiene una capacidad de almacenamiento de 250 millones de métricos cúbicos. El área abastecida por este reservorio es de 35 000 Ha. Finalmente el Valle del Alto Piura, con sus 42 000 Ha. irrigables, no cuenta con un reservorio que permita regular el riego. Los productores de este valle dependen del flujo estacional de los ríos, complementado en algunas zonas, por pozos tubulares y semi tubular.

La Región Piura cuenta con una amplia variedad de cultivos a diferencia de otras regiones que dependen de uno o dos cultivos. Entre los principales cultivos que lideran a la agricultura en la Región Piura tenemos: arroz cáscara, plátano, limón y mango, en ellos se concentra el 85% de la producción regional. Las zonas frutícolas del Alto Piura, el Chira y San Lorenzo presentan una serie de variedades, de la estacionalidad de los mismos y los volúmenes de producción, tienen características adecuadas para un proceso de industrialización, destacando el cultivo del algodón que por décadas movió la economía de Piura, con significativas exportaciones de fibra a los mercados del hemisferio norte.

### **1.3. FUENTES DE RIEGO**

El Proyecto Especial Chira-Piura es un sistema de riego integrado mediante la unión de dos cuencas, la del río Chira y la del río Piura.

Este sistema integral fue construido en 1970, para el uso eficiente de los recursos hídricos de las dos cuencas, la implementación se ha desarrollado hasta el 2006 en 3 etapas.

#### **a) Etapa 1**

Las obras realizadas fueron.

- Represa Poechos con una capacidad de 885 MMC<sup>1</sup> en la cota de operación normal 103 msnm.
- Canal de derivación y trasvase hacia la cuenca del río Piura, de 54 km de longitud, y con una capacidad de 70 m<sup>3</sup>/s (canal llamado "Daniel Escobar").
- Canal Parales de 8 km de longitud y 4.8 m<sup>3</sup>/s de capacidad para irrigar 5 514 ha.
- Canal Paralelo Cieneguillo de 7.8 km de longitud y 6.2 m<sup>3</sup>/s de capacidad para irrigar 5 422 ha (ampliación de la frontera agrícola).
- Construcción de 452 km de drenes troncales en el Bajo Piura.
- Construcción de 18 km de defensas contra inundaciones en puntos críticos del valle del Bajo Piura.

#### **b) Etapa 2**

Las obras construidas en esta etapa fueron:



- Presa de derivación Los Ejidos que capta las aguas provenientes de Poechos y del río Piura, derivándolas por el canal principal Biaggio Arbulú para irrigar el Valle del Bajo Piura;
- Canal Principal Biaggio Arbulú, con un caudal inicial de 60 m<sup>3</sup>/s, de una longitud total de 56 km, desde Los Ejidos hasta Sechura;
- Construcción de 63 km de diques de encauzamiento del río Piura, desde el puente Bolognesi en la ciudad de Piura hasta la Laguna Ramón;
- Rehabilitación de 7 980 ha de tierras afectadas con problemas de salinidad y drenaje;
- Construcción de 86 km de canales secundarios y terciarios revestidos de concreto;
- Obras de riego y drenaje a nivel parcelario.

### c) **Etapas 3**

Las obras previstas son:

- El Canal Miguel Checa: Canal principal, el más importante del distrito de riego del Valle del Chira.
- Presa de derivación Sullana, próxima a la ciudad del mismo nombre.

## **1.4. RIEGO TECNIFICADO**

### **1.4.1. Denominación. -**

Se le denomina así, porque permite la aplicación del agua y los fertilizantes al cultivo en forma de "gotas" y localizada con alta frecuencia, en cantidades estrictamente necesarias y en el momento oportuno u óptimo.

Esta aplicación, se hace mediante una red de tuberías (de conducción y distribución de PVC o Polietileno), y de laterales de riego (mangueras o cintas), con emisores o goteros, que entregan pequeños volúmenes de agua periódicamente, en función de los requerimientos hídricos del cultivo y de la capacidad de retención del suelo. (Proyecto Chira Piura, 2014)

## **1.5. TIPOS DE RIEGO TECNIFICADO**

En la actualidad existen varios tipos de riego por lo que se mencionara los más utilizados. (Agraria Pe.)

### **1.5.1. RIEGO TECNIFICADO POR GOTEO**

Se le denomina así, porque permite la aplicación del agua y los fertilizantes al cultivo en forma de "gotas" y localizada con alta frecuencia, en cantidades estrictamente necesarias y en el momento oportuno u óptimo.

### **1.5.2. RIEGO TECNIFICADO POR ASPERSIÓN**

Con este método el agua se aplica al suelo en forma de lluvia utilizando unos dispositivos de emisión de agua, denominados aspersores, que generan un chorro de agua pulverizada en gotas. El agua sale por los aspersores dotada de presión y llega hasta ellos a través de una red de tuberías cuya complejidad y longitud depende de la dimensión y la configuración de la parcela a regar.

### **1.5.3. RIEGO TECNIFICADO POR MICROASPERSIÓN**

Así se denomina a una variante del riego por aspersión, del tipo de riego localizado, pues la lluvia va dirigida hacia la zona de suelo cercana a la planta, ocupada por las raíces.

### **1.5.4. RIEGO TECNIFICADO POR MANGAS**

Este sistema mejora la eficiencia de distribución y aplicación, reemplaza a las acequias principales de conducción y distribución.

Sirven tanto para conducir el agua de un punto a otro en el predio como también para aplicar el agua a los surcos.

## **1.6. INSTRUMENTACIÓN AGRÍCOLA**

Es el conjunto de instrumentos diseñados para monitorear las condiciones alrededor de la producción agrícola. No se puede controlar lo que no se puede medir, por ello se a creado una gran cantidad de productos para medir las condiciones que afectan a la producción agrícola.

Toda planta es afectada por su entorno. Los parámetros medibles en la agricultura más comunes se describen a continuación. (Medidores para uso agricola, 2012)

### **1.6.1. HUMEDAD**

Es la cantidad de agua por volumen de tierra que hay en un terreno, su medición exacta se realiza gravimétricamente, pesando una muestra de tierra antes y después del secado.

Es de gran importancia debido a que el agua constituye un factor determinante en la formación, conservación, fertilidad y productividad del mismo, así como para la germinación, crecimiento y desarrollo de las plantas cultivadas.

### **1.6.2. TEMPERATURA**

Es una magnitud física que refleja la cantidad de calor, ya sea de un cuerpo, de un objeto o del ambiente. Dicha magnitud está vinculada a la noción de frío (menor temperatura) y caliente (mayor temperatura).

La temperatura está relacionada con la energía interior de los sistemas termodinámicos, de acuerdo al movimiento de sus partículas, y cuantifica la actividad de las moléculas de la materia: a mayor energía sensible, más temperatura.

### **1.6.3. VIENTO**

El viento es el flujo de gases a gran escala. En la Tierra, el viento es el movimiento en masa del aire en la atmósfera en movimiento horizontal.

Los vientos son movimientos de aire que varían continuamente de dirección, velocidad, fuerza y regularidad; su acción sobre el ambiente y la vegetación tiene varias e importantes connotaciones para la producción agrícola.

Por una parte, el viento contribuye con la diseminación o migración de la vegetación al transportar polen y semillas pequeñas a distancias considerables; además, participa en el ciclo hidrológico pues transporta del mar a tierra firme grandes nubes, que generalmente causan precipitaciones. La circulación y renovación del aire que rodea las plantas asegura una constante provisión de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), necesario para la fotosíntesis, proceso en el que se libera oxígeno, un elemento de vital importancia para la vegetación.

Por la otra, el viento en interacción con otros elementos del ambiente, como la temperatura, acentúa la pérdida de humedad del suelo, favoreciendo la erosión del mismo (erosión eólica) y la deshidratación de los tejidos vegetales. Así mismo, incide en la malformación de la estructura de las plantas y acame de las mismas y

en la caída de hojas, flores y frutos, que en conjunto inciden de manera severa sobre el crecimiento y el proceso productivo de la planta.

#### **1.6.4. CAUDAL**

En dinámica de fluidos, caudal es la cantidad de fluido que circula a través de una sección del ducto (tubería, cañería, oleoducto, río, canal,...) por unidad de tiempo. Normalmente se identifica con el flujo volumétrico o volumen que pasa por un área dada en la unidad de tiempo.

### **1.7. MICROCONTROLADOR PIC**

Se denomina microcontrolador a un dispositivo programable capaz de realizar diferentes actividades que requieran del procesamiento de datos digitales y del control y comunicación digital de diferentes dispositivos.

Los microcontroladores poseen una memoria interna que almacena dos tipos de datos; las instrucciones, que corresponden al programa que se ejecuta, y los registros, es decir, los datos que el usuario maneja, así como registros especiales para el control de las diferentes funciones del microcontrolador.

#### **1.7.1. PIC 16F877A**

Posee varias características que hacen a este microcontrolador un dispositivo muy versátil, eficiente y práctico. Soporta modo de comunicación serial, amplia memoria para datos y programa.

### **1.8. SENSORES ELECTRONICOS**

Un sensor es un dispositivo capaz de detectar magnitudes físicas o químicas, llamadas variables de instrumentación, y transformarlas en variables eléctricas. Las

variables de instrumentación pueden ser por ejemplo: temperatura, intensidad lumínica, distancia, aceleración, inclinación, desplazamiento, presión, fuerza, torsión, humedad, movimiento, pH, etc.

Siendo que para la aplicación agrícola se utilizan los distintos sensores:

#### **a) SENSOR DE TEMPERATURA**

Son dispositivos que transforman los cambios de temperatura en cambios en señales eléctricas que son procesados por equipo eléctrico o electrónico.

Hay tres tipos de sensores de temperatura, los termistores, los RTD y los termopares.

#### **b) SENSOR DE HUMEDAD**

Se basan en que el agua no es un material aislante como el aire, sino que tiene una conductividad eléctrica.

Los sensores de humedad se aplican para detectar el nivel de líquido en un depósito, o en sistemas de riego de jardines para detectar cuándo las plantas necesitan riego y cuándo no.

#### **c) SENSOR DE FLUJO**

El sensor de flujo es un dispositivo que, instalado en línea con una tubería, permite determinar cuándo está circulando un líquido o un gas.

Estos son del tipo apagado/encendido; determinan cuándo está o no circulando un fluido, pero no miden el caudal.

#### **d) SENSOR DE PRESION**

Sensor de Presión Los sensores de presión responden a la presión de un vacío perfecto (sensores de presión absoluta), a la presión atmosférica (sensores de

presión manométrica), o a la presión de un segundo sistema (sensores de presión diferencial), tal como la presión dentro de un serpentín o filtro. La presión puede ser generada por un ventilador, una bomba o condensador, una caldera u otros medios. Los sensores de presión miden la presión de un gas o líquido.

## **1.9. ACTUADORES**

Los actuadores son dispositivos que brindan la posibilidad de transformar diferentes tipos de energía para generar algún funcionamiento dentro de un sistema automatizado determinado. Usualmente, los actuadores generan una fuerza mecánica a partir de distintos tipos de energía, como puede ser eléctrica, neumática, o hidráulica.

### **1.9.1. ACTUADORES HIDRÁULICOS**

Utilizan líquidos a presión para generar fuerza mecánica. Uno de los líquidos más utilizados es el aceite. Este tipo de actuadores suelen ser usados en máquinas de gran peso y tamaño. Frecuentemente son clasificados con base en su resistencia mecánica y su velocidad.

### **1.9.2. VALVULA**

Dispositivo que abre o cierra el paso de un fluido por un conducto en una máquina, aparato o instrumento, gracias a un mecanismo, a diferencias de presión, etc.

### **1.9.3. ACTUADORES ELECTRÓNICOS**

Son accionados por medio de corrientes eléctricas. Existen actuadores electrónicos que consumen una considerable cantidad de energía, para este tipo de casos se utilizan controladores. Los actuadores eléctricos son



utilizados en diferentes aparatos mecatrónicos, como robots. Algunos tipos de actuadores electrónicos son:

- Motores de corriente directa
- Motores de pulsos (paso a paso)
- Electro válvulas
- Aleaciones con memoria de forma (como el Nitinol)
- Relevadores

#### **1.9.4. ELECTRO VALVULAS**

Una electroválvula es una válvula electromecánica, diseñada para controlar el paso de un fluido por un conducto o tubería. La válvula se mueve mediante una bobina solenoide. Generalmente no tiene más que dos posiciones: abierto y cerrado, o todo y nada. Las electroválvulas se usan en multitud de aplicaciones para controlar el flujo de todo tipo de fluidos.

#### **1.10. PANEL SOLAR**

Un panel solar o módulo solar es un dispositivo que capta la energía de la radiación solar para su aprovechamiento. El término comprende a los colectores solares, utilizados usualmente para producir agua caliente doméstica mediante energía solar térmica, y a los paneles fotovoltaicos, utilizados para generar electricidad mediante energía solar fotovoltaica.

Los paneles fotovoltaicos: están formados por numerosas celdas que convierten la luz en electricidad. Las celdas a veces son llamadas células fotovoltaicas. Estas celdas dependen del efecto fotovoltaico por el que la energía lumínica produce

cargas positiva y negativa en dos semiconductores próximos de diferente tipo, produciendo así un campo eléctrico capaz de generar una corriente.

Los materiales para celdas solares suelen ser silicio cristalino o arseniuro de galio. Los cristales de arseniuro de galio se fabrican especialmente para uso fotovoltaico, mientras que los cristales de silicio están disponibles en lingotes normalizados, más baratos, producidos principalmente para el consumo de la industria microelectrónica. El silicio policristalino tiene una menor eficacia de conversión, pero también menor coste.

Cuando se expone a luz solar directa, una celda de silicio de 6 cm de diámetro puede producir una corriente de alrededor 0,5 A a 0,5 V (equivalente a un promedio de 90 W/m<sup>2</sup>, en un campo de normalmente 50-150 W/m<sup>2</sup>, dependiendo del brillo solar y la eficiencia de la celda). El arseniuro de galio es más eficaz que el silicio, pero también más costoso.

### **1.11. COMUNICACIÓN INALÁMBRICA**

En general, la tecnología inalámbrica utiliza ondas de radiofrecuencia de baja potencia y una banda específica (espectro), de uso libre o privada para transmitir, entre dispositivos.

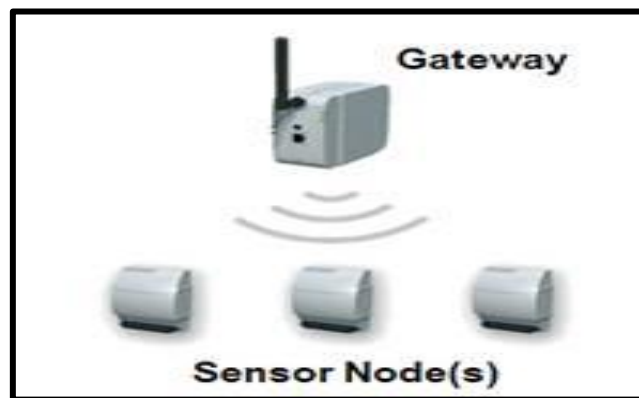
Estas condiciones de libertad de utilización sin necesidad de licencia, ha propiciado que el número de equipos, especialmente computadoras, que utilizan las ondas para conectarse, a través de redes inalámbricas haya crecido notablemente.

La mayor efectividad y alcance logrado entre dos equipos inalámbricos es cuando no existen obstáculos entre sus antenas lo cual es conocido en el ambiente técnico como "línea de vista". Si no hay paredes, edificios o cerros la comunicación será más efectiva.

La tendencia a la movilidad y la ubicuidad hacen que cada vez sean más utilizados los sistemas inalámbricos, y el objetivo es ir evitando los cables en todo tipo de comunicación, no sólo en el campo informático sino en televisión, telefonía, seguridad, etc. (Comunicacion Inalambrica, 2015)

### **1.12. RED INALAMBRICA DE SENSORES**

Una red de sensores inalámbricos (WSN) es una red inalámbrica que consiste en dispositivos distribuidos espaciados autónomos utilizando sensores para monitorear condiciones físicas o ambientales. Un sistema WSN incorpora un Gateway que provee conectividad inalámbrica de regreso al mundo de cables y nodos distribuidos. El protocolo inalámbrico que seleccione depende en los requerimientos de la aplicación. Algunos de los estándares disponibles incluyen radios de 2.4 GHz basados en los estándares IEEE 802.15.4 o IEEE 802.11 (Wi-Fi) o radios propietarios, los cuales son regularmente de 900 Mhz.



**Fig. 1. Red de sensor tipo estrella**

## **CAPÍTULO II**

### **PLANTEAMIENTO METODOLOGICO**

#### **2.1. DESCRIPCION DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA**

El Perú es uno de los doce países considerados como mega diversos y se estima que posee entre 60 y 70% de la diversidad biológica. Esta ventajosa situación se ha visto amenazada con un inadecuado manejo de recursos existentes llevándolo a niveles críticos de deterioro de ciertas zonas del país generando problemas de desertificación, deforestación, salinización, pérdida de tierras agrícolas, toxicidad de la vegetación, agotamiento de las fuentes de agua, degradación de ecosistemas y desaparición de especies silvestres.

La intensa sequía que afecta el norte del país viene causando daño a la campaña agrícola y ganadera de dicha zona. Para que tenga una idea de la magnitud del impacto, las pérdidas en Piura ascienden a más de veinte millones de nuevos soles, según el Gobierno Regional piurano.

Cabe señalar que la Ley N° 28585 que declara de necesidad y utilidad pública la creación del Programa de Riego Tecnificado (PRT) para promocionar el reemplazo progresivo de los sistemas de riego tradicionales en el sector agrícola en general y la Ordenanza Regional N° 119-2007/GRP-CR, son el sustento legal para implementar el Programa de Riego Tecnificado en la Región Piura.

Según los estudios el ahorro del agua será en un 35%, con una eficiencia de 95% en la productividad, lo que generaría una mayor rentabilidad y mejora de la calidad de vida de los agricultores.

La Subgerencia de Promoción de Inversiones de la Gerencia Regional de Desarrollo Económico, explicó que urge tecnificar el riego en Piura pues el uso irracional que se

le viene dando al agua sumada al cambio climático serían factores que impedirían el desarrollo agrícola. “Habrá disminución del consumo de agua en las parcelas ya que su uso será más ahorrativo, con menos costo y mejor calidad”.

Se sabe que Sólo el 1% del 1 millón 895 878 hectáreas, que hay en la región Piura, tiene el Sistema de Riego Tecnificado, de lo cual solo el 0,04% son de pequeños agricultores, el resto pertenece a empresas agroindustriales.

En el caso del sector agrario de dicha zona del Perú, las pérdidas suman S/. 1,5 millones, por las 1.800 hectáreas que se vieron afectadas por la sequía.

Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri), precisó que se habilitarán unos 800 pozos de agua subterránea para "salvar la campaña agrícola" en el norte del país.

Precisó que en Lambayeque se evidenciaron 400 pozos subterráneos, mientras que en Piura se espera similar cifra con lo cual se paliará en la región la escasez de agua y atender los requerimientos de los sectores agrícola y pecuario.

## **2.2. DEFINICION DEL PROBLEMA**

La problemática actual en el sector agrícola es compleja, de acuerdo a lo descrito en la realidad problemática enfocada en este proyecto de tesis. Uno de los problemas puntuales que se describe es el uso inadecuado de los recursos existentes, entre los que se considera al elemento hídrico o agua. Aquí en la región Piura la baja disponibilidad de agua debido a innumerables factores, entre ellos escasas de lluvias y uso excesivo en el riego agrícola con métodos antiguos o no tecnificado, genera pérdida de tierras agrícolas por falta de siembra de aproximadamente 22mil Ha.

De acuerdo a la Ley N° 28585 que plantea la creación del Programa de Riego Tecnificado (PRT) que permita reemplazar los sistemas de riego tradicionales en forma progresiva en el sector agrícola además de la Ordenanza Regional N° 119-2007/GRP-CR, son las bases en las cuales se ha considerado para el planteamiento del presente proyecto de tesis en el desarrollo de una herramienta de riego tecnificado que cuente con un sistema en base a dispositivos de medición y actuación inalámbricos y con suministro de energía solar tanto y uso de energía renovable que mejore la eficiencia en el uso del recurso hídrico que pueda ser aplicado en la Región Piura.

### **2.3. FORMULACION DEL PROBLEMA**

En base a la descripción de la problemática presente de la baja disponibilidad del agua en la región de Piura y en cuanto a darle un uso eficiente en el riego de tierras agrícolas aplicando tecnología electrónica inalámbrica y suministro energético solar, se plantea la siguiente pregunta de investigación:

***¿Es posible desarrollar un sistema piloto de riego tecnificado en base a dispositivos inalámbricos y con energía solar para el uso eficiente del agua en la agricultura de la Región Piura?***

### **2.4. OBJETIVOS**

#### **2.4.1. OBJETIVO GENERAL:**

Desarrollo de un Sistema Piloto de Riego Tecnificado aplicando Tecnología Inalámbrica y Energía Solar para el uso eficiente del agua en la agricultura de la Región Piura

#### **2.4.2. OBJETIVOS ESPECIFICOS:**

- Realizar el Estudio de la problemática actual de la escasez del agua en la región Piura.
- Realizar el Estudio Técnico de las necesidades tanto de medición como dispositivos de accionamiento en los sistemas de riego tecnificado.
- Elaborar el requerimiento de dispositivos de actuación y medición para sistemas de riego tecnificado.
- Dimensionar los dispositivos de energía solar para el suministro de potencia de los accionamientos y equipos de comunicación inalámbrica.
- Diseñar y desarrollar una red de comunicación de sensores para el sistema de riego tecnificado.

#### **2.5. JUSTIFICACION DEL ESTUDIO**

Hoy en día hablar de procesos agrícolas es tener claro que el uso de la tecnología se hace necesario por varios factores, entre ellos tener una producción de calidad además de hacer uso eficiente de los insumos que se necesitan en una campaña agrícola.

La región Piura en los últimos años ha experimentado un crecimiento en cuanto a la siembra y cosecha de nuevos productos comestibles por el hombre que antes no se sembraba, pero estos cultivos se realizan utilizando riego tecnificado, aunque solo representan el 1% de casi dos millones de Ha. de la región Piura, y solo el 0,04% lo realizan los pequeños agricultores.

El tener un control de la producción agrícola es además hoy en día una necesidad que permite a quienes tienen a cargo este tipo de proyectos tomar las mejores



decisiones que busquen mejorar la calidad de los productos, y la mejora de su capacidad económica.

Es por ello que este proyecto queda justificado para su elaboración teniendo como finalidad ser un aporte para la mejora de la agricultura de la Región Piura.

## **2.6. VIABILIDAD DEL ESTUDIO**

En la región Piura se están ejecutando varios proyectos orientados al crecimiento agrícola aplicando riego tecnificado que aunque es un porcentaje muy pequeño respecto al área agrícola de la región, está dejando información muy importante que puede ser utilizada para mejorar la metodología aplicando tecnología electrónica la cual está muy desarrollada en cuanto a los dispositivos de campo como sensores de parámetros físicos que son de importancia en la agricultura como la humedad, temperatura entre otros, además del desarrollo de dispositivos de transmisión inalámbrica para el transporte y transmisión de información.

El desarrollo de tecnología en rubro de energía solar para el suministro de potencia de los equipos que formarán parte del proyecto que se plantea en el desarrollo de esta tesis, así como también el apoyo económico que permita su culminación, permite que este sea un proyecto factible de ejecutar.

## **2.7. ANTECEDENTES**

En la tesis “Diseño de un sistema de riego por goteo controlado y automatizado para uva Italia” nos dice que la escasez y la inadecuada utilización de los recursos hídricos en el proceso de riego de los cultivos en la agricultura por métodos tradicionales de riego a las plantaciones de uva, generan mayores costos de producción a los medianos y pequeños agricultores del país. La cantidad de agua

utilizada se puede reducir gracias a técnicas de riego tecnificado que nos permiten obtener control sobre la utilización de este recurso.

En la tesis “Adaptación e instalación de un sistema de riego por aspersión, para cultivos comerciales establecidos en la comunidad El Milagro del cantón Portoviejo” hace referencia al uso adecuado del recurso hídrico mediante sistemas de riego tecnificado.

## **CAPITULO III**

### **DISEÑO DEL SISTEMA AUTOMATICO DE RIEGO TECNIFICADO**

#### **3.1. IMPLEMENTACION DEL SISTEMA PILOTO DE RIEGO AUTOMATICO**

La implementación de este proyecto de tesis tiene la finalidad de un mejor y eficiente uso del recurso hídrico, ya que su disponibilidad a menudo se presenta limitada. Se planteó además el uso de energía renovable mediante celdas solares para el suministro energético de los dispositivos de medición.

Se optó por el diseño de un sistema de control electrónico que consta de módulos de medición con la capacidad de medir la humedad del suelo usando el sensor YL38 y la temperatura del ambiente con el sensor LM35.

Cada módulo consta de una pantalla LCD donde se muestran los valores de las lecturas de humedad y temperatura. Esta información también es transmitida a la unidad de control mediante una antena inalámbrica. La unidad de control consta de un módulo Transmisor/Receptor con su respectiva antena para la recepción de información de los módulos de medición los cuales son enviados en forma serial a un computador donde se ha desarrollado el algoritmo de control para la toma de decisiones respecto a la información recibida. La operación se realiza automáticamente o manualmente.

#### **3.2. PLANTAMIENTO DE LA SOLUCION**

##### **3.2.1. MODULOS DE MEDICION**

Se implementaron módulos de medición gobernados por EL PIC16F877A a los cuales se les adiciono sensores de humedad y temperatura, así como

también transmisores de radiofrecuencia para la conexión inalámbrica a la unidad de control. El Pic se conecta al transmisor mediante la interfaz serial RS-232.

Para la toma de datos y procesamiento (PIC16F877A)

- Se conectó pantalla LCD para que poder visualizar la lectura de los sensores
- Puerto A0 para la lectura del sensor de humedad
- Puerto A1 para la lectura del sensor de temperatura
- Puerto B0 para la activación de una mini bomba hidráulica
- Puerto C6 para la transmisión de la data inalámbricamente
- Puerto C7 para la recepción de la data inalámbricamente

Para la visualización de lectura de sensores (LCD 16X2)

- 16 caracteres x 2 líneas.
- Fondo Azul Letras Blancas.
- Con Iluminación de fondo.
- Para la transmisión de datos (transmisor SV611)
- Pin 3 para la transmisión
- Pin 4 para la recepción
- Pin 5 para configuración
- Pin 6 para la activación

### 3.2.1.1. PIC16F877A

Se eligió este modelo de microcontrolador por sus amplias características que lo hacen muy versátil eficiente y practico. Soporta comunicación serial, tiene una amplia memoria de datos y programa la cual es reprogramable.

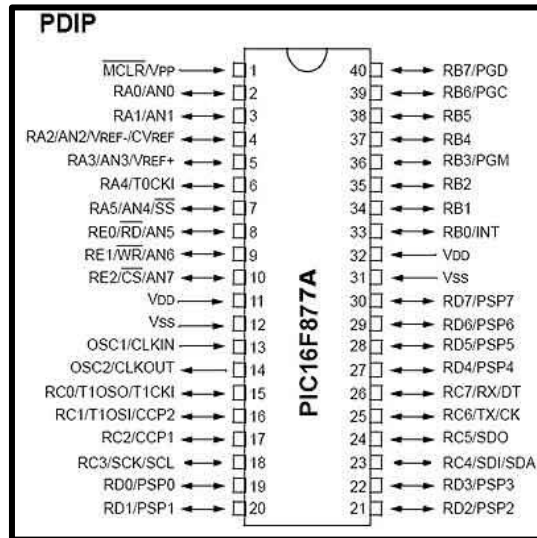


Fig. 2. Puertos del Microcontrolador 16F877A

### 3.2.2. UNIDAD DE CONTROL

La unidad de control cuenta también con un transmisor inalámbrico de radiofrecuencia con interface serial RS-232 para la comunicación con la PC. Para el desarrollo del algoritmo de control de las válvulas de agua para riego, se utilizó el lenguaje de programación visual Basic. Se creó una interface fácil y sencilla de interactuar.

Para la interfaz con el computador (VISUAL BASIC) Se desarrolló un programa para poder recepcionar la data de los módulos y así también poder transmitir una orden al microcontrolador de dicho módulo.

### **3.3. ELECCION DE LO SENSORES DE CAMPO**

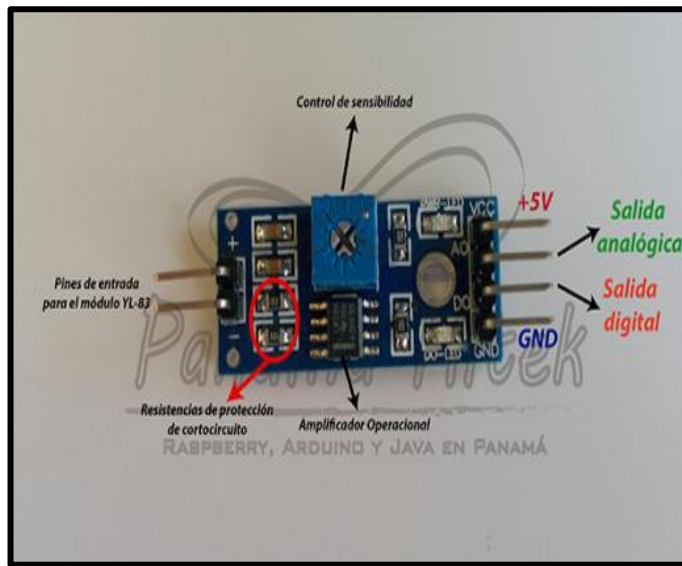
Para la etapa de sensado de la humedad del suelo y temperatura del ambiente se tomó en cuenta la precisión la fácil programación ya que no necesitan librerías adicionales para la conexión con el microcontrolador y también se tomó en cuenta su bajo costo.

#### **3.3.1. SENSOR DE HUMEDAD**

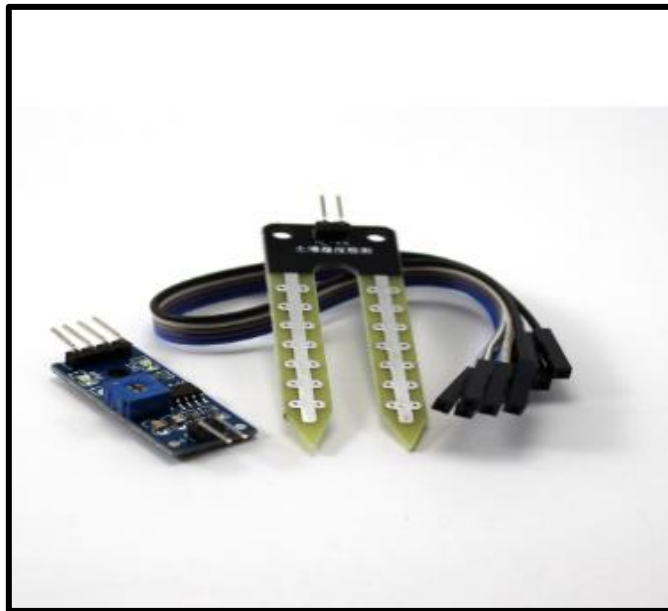
Para la lectura de humedad (Sensor YL38)

Este sensor tiene la capacidad de medir la humedad del suelo. Aplicando una pequeña tensión entre los terminales del módulo YL-69 hace pasar una corriente que depende básicamente de la resistencia que se genera en el suelo y ésta depende mucho de la humedad. Por lo tanto, al aumentar la humedad la corriente crece y al bajar la corriente disminuye.

Posee una salida analógica que entrega una tensión proporcionalmente a la humedad, y una salida digital que puede ser bajo o alto dependiendo de la humedad.



**Fig. 3. Sensor de Humedad YL8**



**Fig. 3.1. Vista del Sensor de Humedad YL8 Completo**

### 3.3.2. SENSOR DE TEMPERATURA

### Para la lectura de temperatura (Sensor LM35)

Tiene una precisión calibrada de 1 °C. Su rango de medición abarca desde -55 °C hasta 150 °C. La salida es lineal y cada grado Celsius equivale a 10 mV.



**Fig. 4. Sensor de Temperatura**

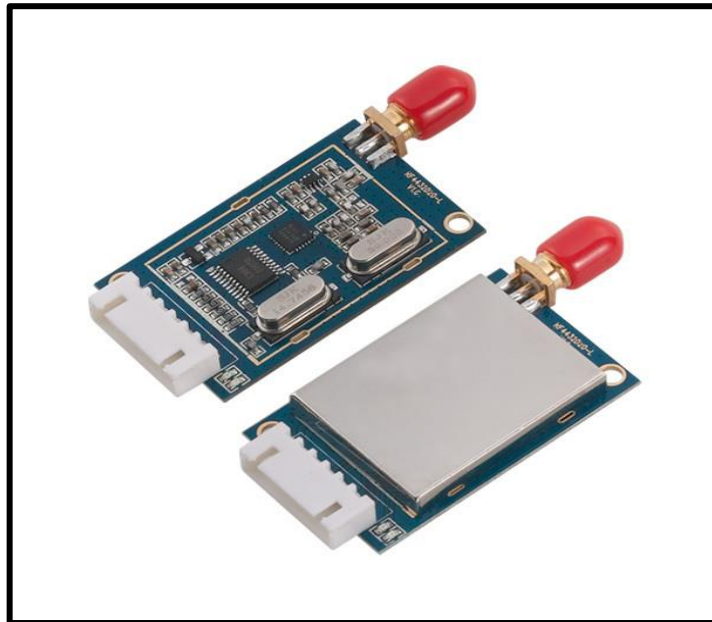
### 3.4. MODULO DE TRANSMISION

Para la etapa de transmisión se eligió al MODULO RF SV611 por su alta fiabilidad de comunicación y así evitar la interferencia, tiene una buena sensibilidad 10mw de potencia de salida y así lograr un largo alcance RF.



### 3.4.1. DESCRIPCION DEL MODULO DE RADIO RF SV611

SV611 es altamente integrado RF módulo de transmisión y recepción. Tiene 3 interfaz opcionales (TTL, 232, 485). SV611 tiene una alta sensibilidad y 100 mW de potencia de salida para lograr a largo alcance RF y comunicación RF confiable. SV611 viene con muchos parámetros que se pueden configurar, tales como: frecuencia, velocidad de datos, potencia de salida, Net ID, ID nodo. Los usuarios pueden configurar los parámetros a través de PC o del cliente propio dispositivo. Las características de tamaño pequeño, de larga distancia, voltaje amplio de trabajo y configuración de parámetros simples hacen SV611 violentamente utilizado en muchos campos.



**Fig.5. Transmisor sv611**

SV611 proporciona 40 canales de frecuencia y Net ID configurable. SV611 es flexible, y fácil de usar, viene con muchos parámetros, tales como: frecuencia, velocidad de datos, potencia de salida, Net ID, ID de nodo.

Para la configuración puede ser mediante el hypertextual o mediante su interface del fabricante del dispositivo.

### 3.4.2. INTERFAZ PARA LA CONFIGURACION DEL DIPOSITIVO

El módulo de radio frecuencia cuenta con un driver e interface de configuración Nice RF que permite modificar los parámetros del dispositivo transmisor/receptor.

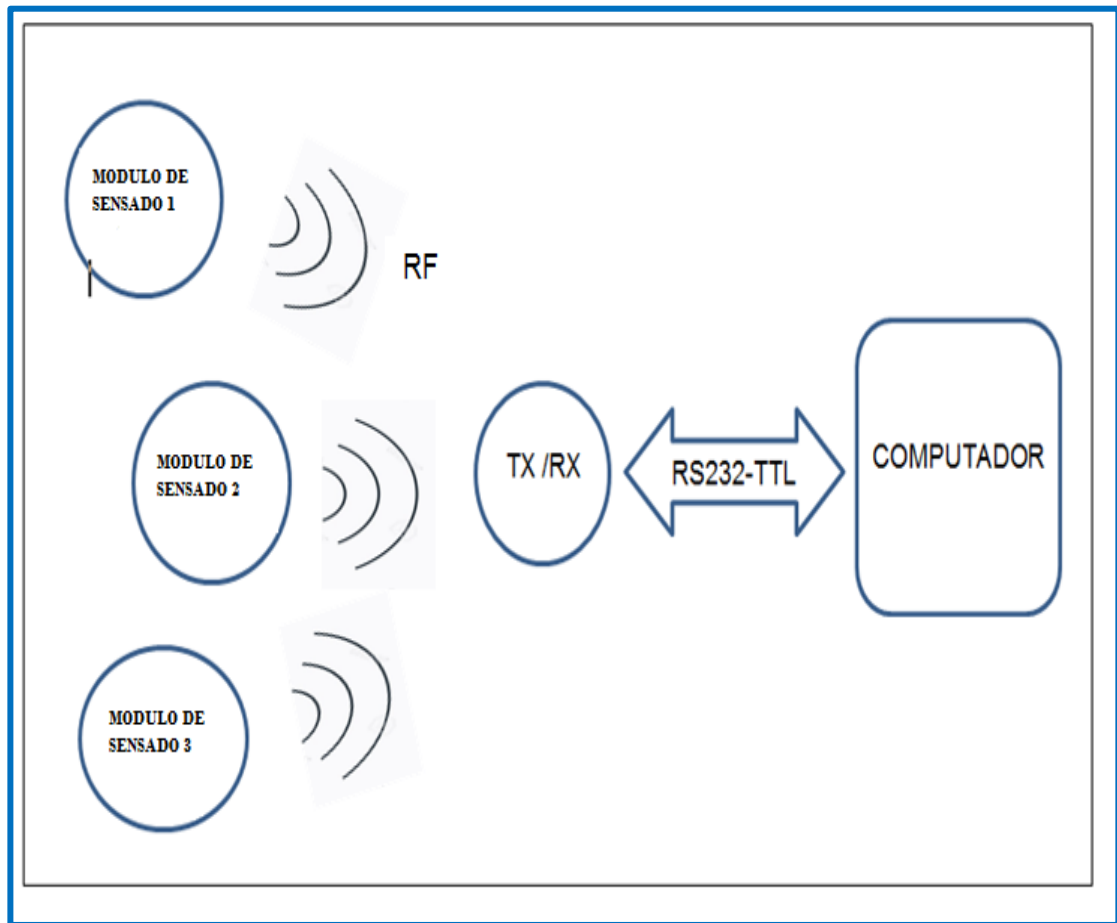
The image shows a web-based configuration interface for a NiceRF device. At the top, there is a logo for 'NiceRF' with the Chinese text '思为无线' and the company name 'NiceRF Wireless Technology Co., Ltd'. Below this, contact information is provided: 'TEL:0755-61596687' and 'www.nicerf.com'. The interface is divided into several sections for configuration:

- Model and Version:** Two input fields for 'Model' and 'Version'.
- COM Port:** A dropdown menu set to 'COM1' and an 'OPEN' button.
- Net Parameters:** Includes 'NET ID' (00000000), 'NODE ID' (0000), and a checked 'AUTO ADD 1' checkbox. A 'SET' button is to the right.
- Serial Parameters:** Includes 'Baud Rate' (9600), 'Parity' (None), 'Data bit' (8), and 'Stop' (1). A 'READ' button is to the right.
- RF Parameters:** Includes 'Band' (433), 'Channel' (20), 'Frequency' (433.92 MHz), 'Data Rate' (9600), and 'Power' (7). A 'DEFAULT' button is to the right.
- HELP:** A button at the bottom right.

At the bottom, there is a status bar with the text 'Device Not Found!' and a link 'http://nicerf-sz.taobao.com'.

Fig. 6. Interfase para configuración de dispositivos de TX/RX

### 3.5. DIAGRAMA DE COMUNICACIÓN ENTRE LA UNIDAD DE CONTROL CON LOS MODULOS DE SENSADO



**Fig. 7. Conexión inalámbrica entre computador y los módulos de control**

### 3.6. DIAGRAMA DE BLOQUES DE UN MÓDULO DE CONTROL



**Fig. 8. Conexión eléctrica de un módulo de control de riego automático.**

### 3.7. DIAGRAMA GENERAL DEL PROYECTO



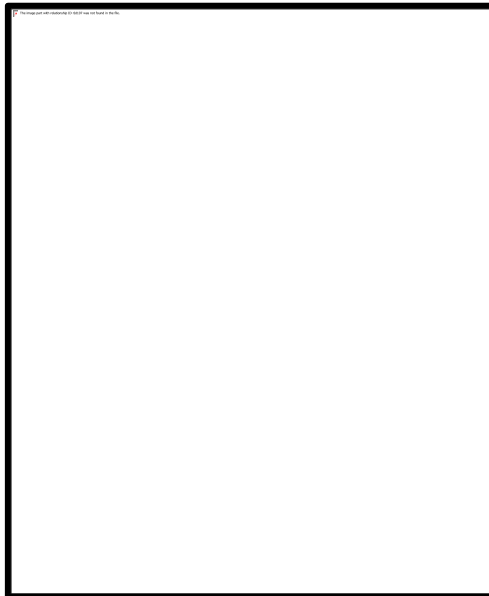
**Fig. 9. Conexión con la estación de control y dispositivos de actuación y sensado**

### **3.8. DIMENSIONAMIENTO DE LA RED INALAMBRICA**

La comunicación de los módulos de medición y la unidad de control para el sistema de riego es mediante transmisores RF, dichos transmisores por especificaciones técnicas del fabricante tienen una distancia de alcance de 1.5 km. La red cuenta con una unidad de control el cual puede leer información de los nodos y transmitir comandos de control a estos. En este caso el computador cumple la función del maestro.

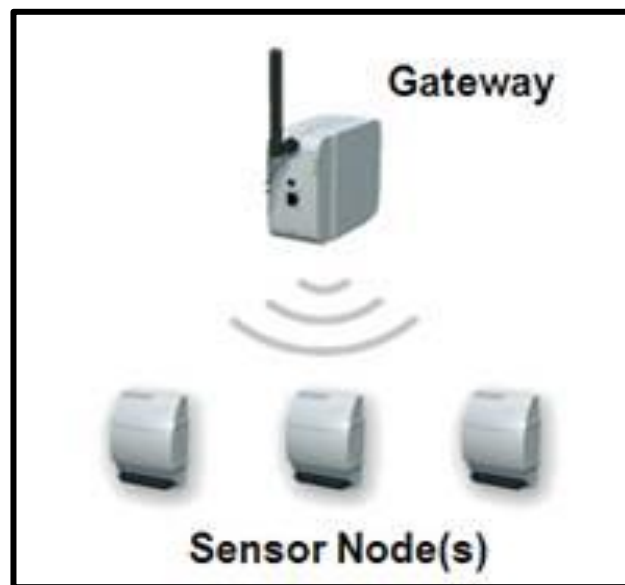
#### **3.8.1. TOPOLOGÍA DE RED**

Está conformada por nodos o módulos que están distribuidos en diferentes áreas para monitorear las condiciones del suelo y del clima.



**Fig. 10. Diagrama general de red tipo estrella.**

La red de sensores tiene una topología de red tipo estrella, donde cada nodo se conecta directamente con la unidad de control. cada nodo tiene conectado a su circuito un dispositivo que puede transmitir y recibir de manera automática o cuando se sugiera información. Con esta topología de red la distancia máxima para comunicación entre nodos es de 1.5 km, si se quiere superar esta distancia se tendría que configurar la red con otro tipo de topología tales como topología tipo árbol o tipo malla.



**Fig. 10.1. Conexión estrella entre de control y nodo de sensado**

### 3.9. DIMENSIONAMIENTO DEL SUMISTRO ENERGETICO POR MODULO DE SENSADO

| DISPOSITIVO      | VOLTAJE<br>MIN(v) | VOLTAJE<br>MAX(v) | CORRIENTE<br>MIN (ma) | CORRIENTE<br>MAX(ma) |
|------------------|-------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|
| PIC 16F877A      | 4.5               | 5                 | 25                    | 200                  |
| TX / RX<br>SV611 | 2.8               | 6                 | 25                    | 95                   |
| S.H YL38         | 3.3               | 5                 | 25                    | 35                   |
| S.T LM35         | 4                 | 30                | 0.6                   | 12                   |
|                  |                   |                   | 75.6                  | 342                  |

- Voltaje requerido  $V = 5\text{ v}$
- Corriente requerida  $C = 342\text{ ma}$

### 3.10. DIAGRAMA DEL SUMINISTRO ELECTRICO PARA LOS MODULOS DE SENSADO

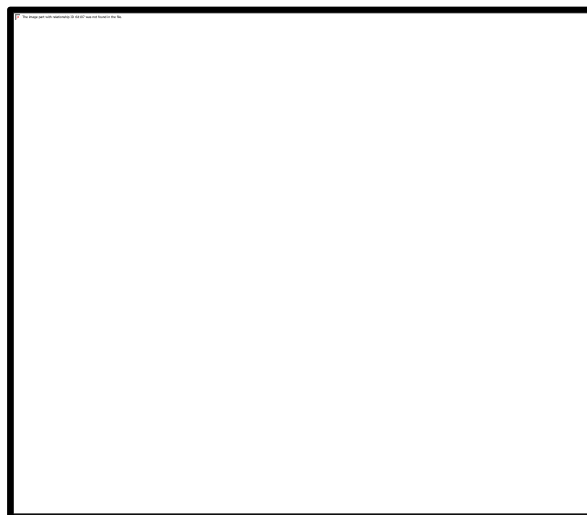


**Fig. 11. Circuito eléctrico para los módulos de control**



### 3.11. ELECCION DE PANEL FOTOVOLTAICO

Se eligió un panel fotovoltaico de 12 voltios



**Fig. 12. Panel Solar**

## **CAPITULO IV**

### **DISEÑO E IMPLEMENTACION DEL HARDWARD DEL SISTEMA**

#### **4.1. DISEÑO ELECTRONICO DEL SISTEMA DE RIEGO AUTOMATICO**

Dicho sistema consta de los siguientes bloques.

- Suministro energético / Regulador de voltaje
- Diseño y simulación del sistema de control automático

##### **4.1.1. SUMINISTRO ENERGETICO Y REGULADOR DE VOLTAJE**



**Fig. 13. Esquema de regulador del voltaje para el sistema de control de riego**

Se utilizó un panel fotovoltaico de 12v el cual carga a una batería de 12v, dicha batería alimenta a 2 reguladores de 5v que son la alimentación para el microprocesador y sensores.

#### 4.1.2. DISEÑO Y SIMULACIÓN DEL SISTEMA DE CONTROL AUTOMÁTICO DE RIEGO

Se utilizó ISIS PROTEUS para el diseño y simulación del circuito electrónico de control previo a su implementación. Se describe la función de cada uno de los pines utilizados del PIC 16F877A.



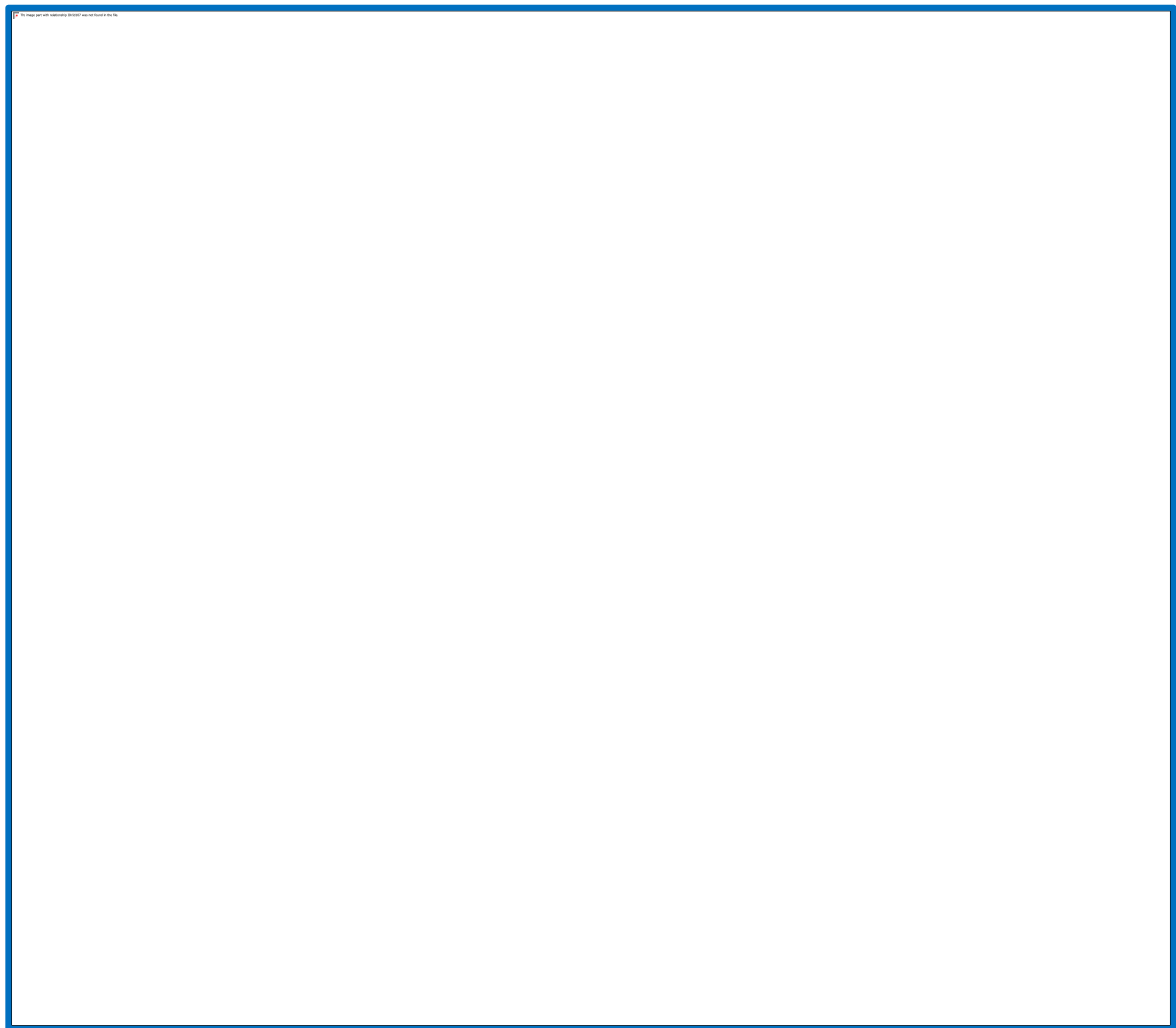
**Fig. 14. Diagrama electrónico de un módulo de control de riego**

- RA0 = Sensor de humedad
- RA1 = sensor de temperatura
- RB0 = salida para accionar una bomba de riego
- RC6 = Transmisor de radio frecuencia
- RC7 = Transmisor de radio frecuencia

## **4.2.ESQUEMATIZACION E IMPLEMENTACION DE LA TARJETA ELECTRONICA DEL SISTEMA DE CONTROL DE RIEGO AUTOMATICO.**

Para la esquematización de la tarjeta electrónica se utilizó EAGLE ya que es un software que cuenta con múltiples facilidades para el desarrollo de PCBs.

### **4.2.1. DIAGRAMA ESQUEMATICO DE LA TARJETA ELECTRONICA**



**Fig.15.Circuito esquemático de la tarjeta de control de riego automático.**

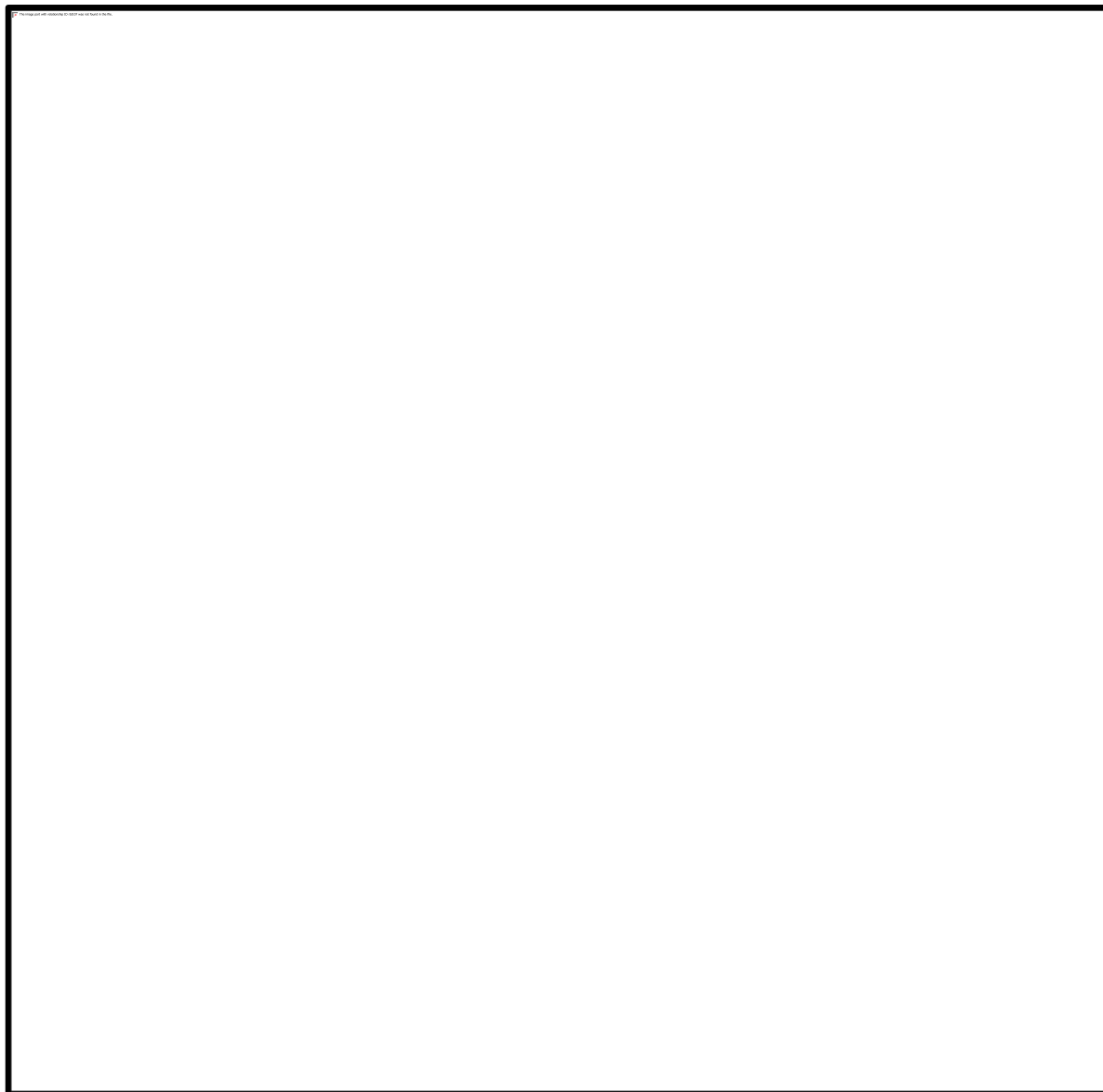
**4.2.2. DISEÑO BOARD DE LA TARJETA ELECTRONICA**



**Fig.16. Circuito esquemático de la Tarjeta**



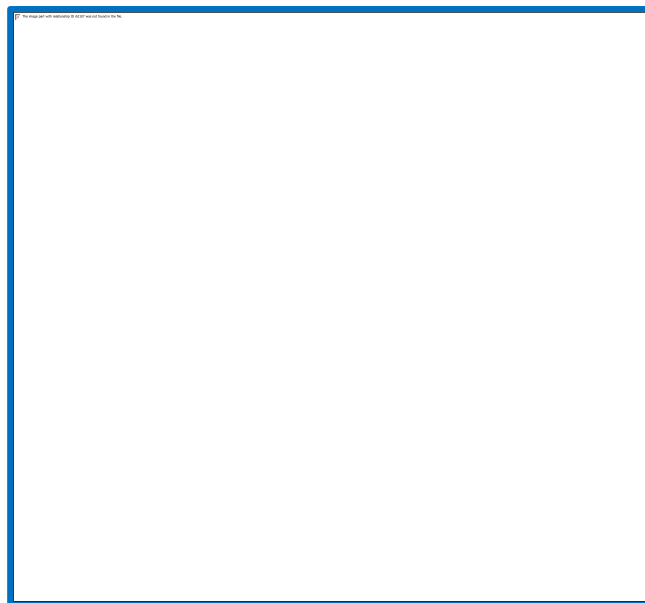
**Fig. 16.1. Circuito board del sistema de control de riego automático. Vista de la tarjeta board.**



**Fig. 16.2. Circuito impreso de tarjeta electrónica de control**



**Fig. 17. Tarjeta electrónica sin implementar**

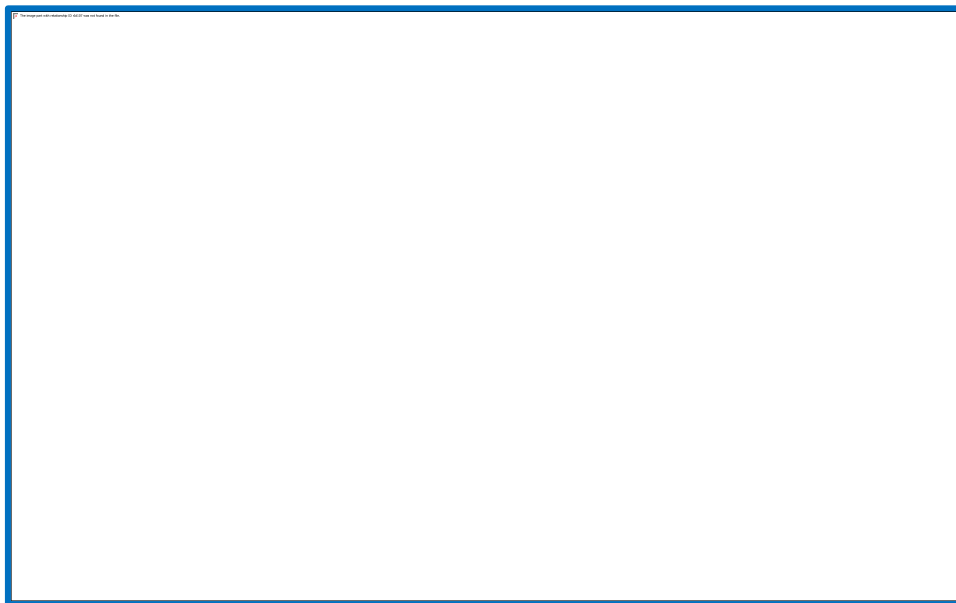


**Fig. 18. Tarjeta electrónica implementada final.**





**Fig. 19. Tarjeta electrónica vista final.**



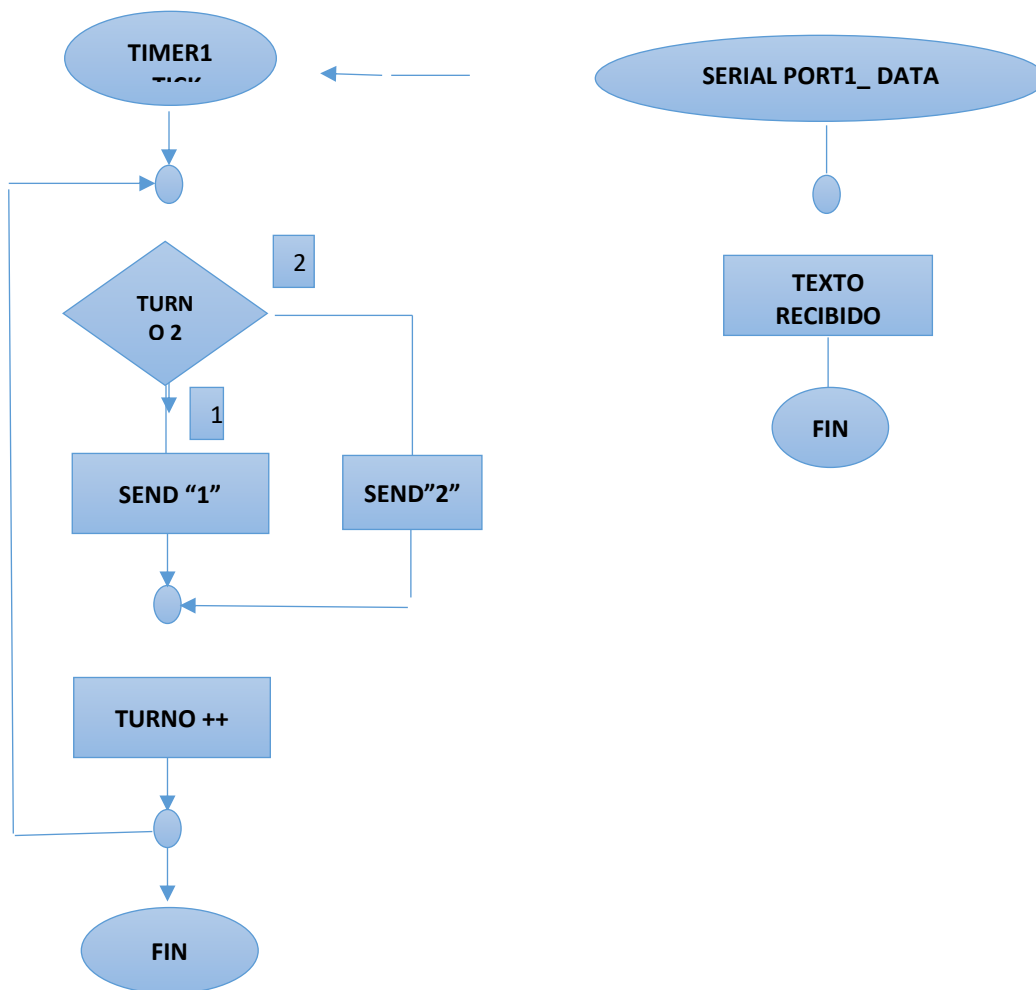
**Fig. 20. Conexión de Visual Basic y los Módulos de Sensado**

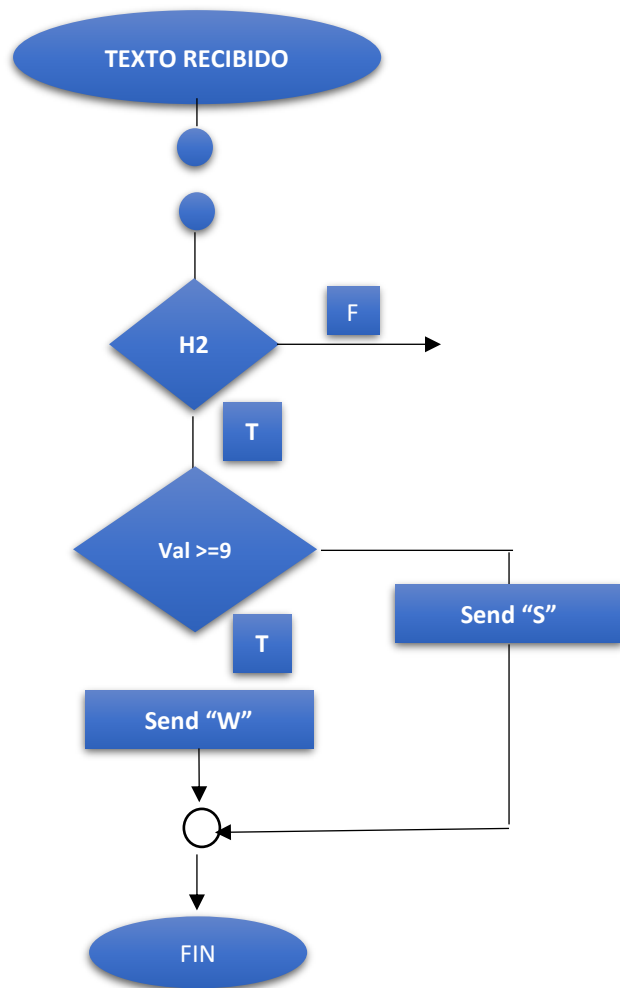
## CAPITULO V

### DISEÑO DEL SISTEMA DE COMUNICACIÓN Y MONITOREO DEL PROYECTO

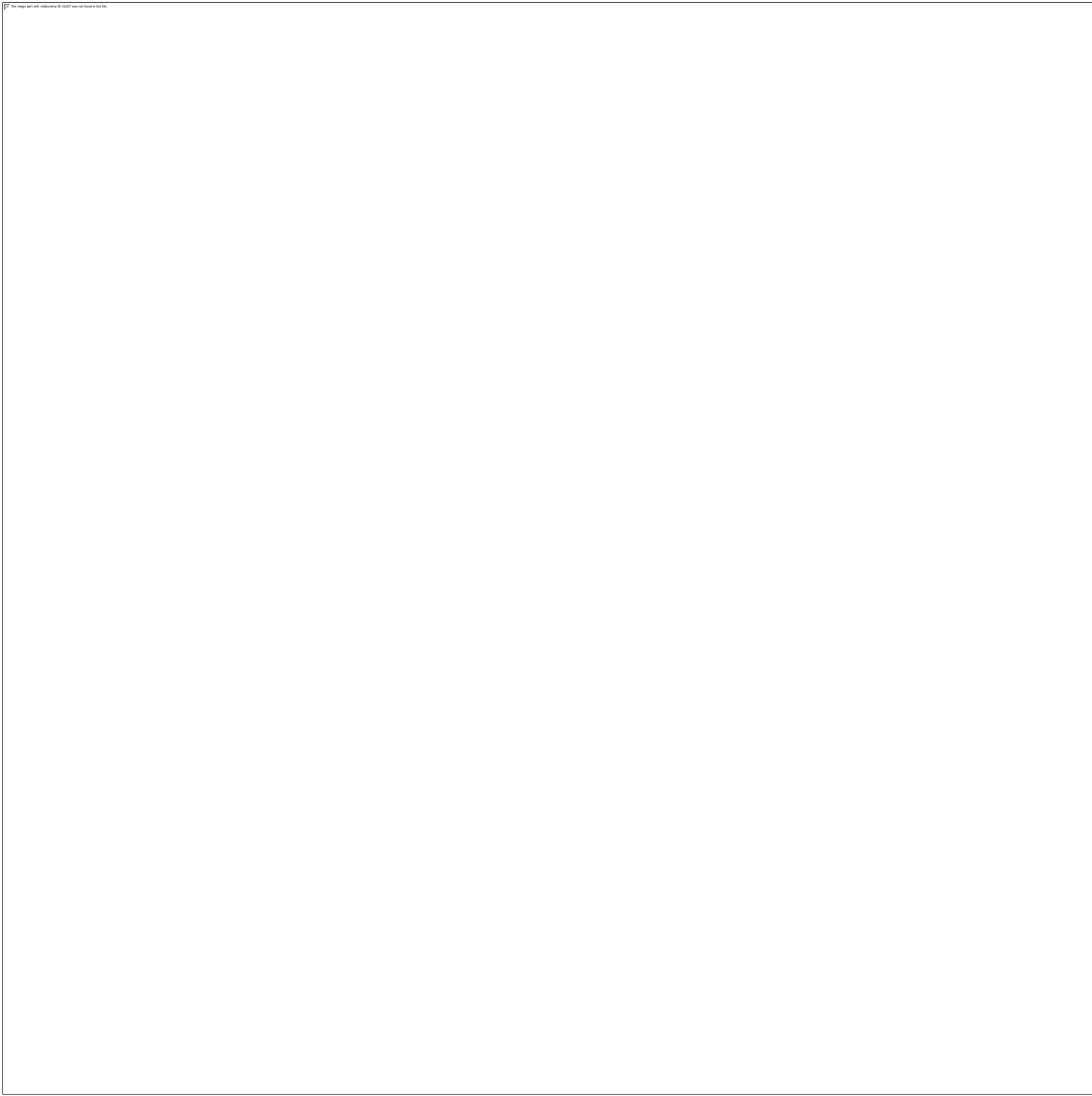
#### 5.1. DIAGRAMA DE FLUJO DE LA ESTACION MAESTRO

En el presente capitulo, el cual contiene el objetivo principal del proyecto; se desarrolla los algoritmos y su implementación en lenguaje de microcontrolador MPLAB que serán alojados en las memorias de programa tanto de la estación de control como de los módulos de sensado, así también el desarrollo del software de monitoreo en entorno Visual Basic.





5.2.    **DIAGRAMA DE FLUJO DEL MODULO DE SENSADO Y CONTROL DE RIEGO**



### 5.3. SOFTWARE DESARROLLADO PARA MUESTREO DE DATOS

Se desarrolló un programa en Visual Basic que realiza el muestreo de la humedad y temperatura de 2 determinadas áreas, también mediante este programa de acuerdo a los valores de temperatura y humedad se puede tomar decisiones de iniciar el riego o finalizarlo, ya sea de forma automática o manual.



**Fig.21. Vista de ejecutable en Visual Basic**

### 5.3.1. CÓDIGO DEL PROGRAMA DESARROLLADO EN VISUAL BASIC

```
Public Class Form1
    Delegate Sub TextCallBack(ByVal TextBack As String)
    Dim Turno, FlagH1, FlagH2 As Integer

    Private Sub Form1_Load(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles MyBase.Load

        For Each Puerto As String In My.Computer.Ports.SerialPortNames
            ComboBoxPuertos.Items.Add(Puerto)
        Next
        If ComboBoxPuertos.Items.Count > 0 Then
            ComboBoxPuertos.Text = CStr(ComboBoxPuertos.Items(0))
        Else
            ButtonConectar.Enabled = False
        End If

        Turno = 1
    End Sub

    Private Sub Form1_FormClosed(ByVal sender As Object, ByVal e As System.Windows.Forms.FormClosedEventArgs) Handles Me.FormClosed
        SerialPort1.Close()
    End Sub

    Private Sub ButtonSalir_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles ButtonSalir.Click
        SerialPort1.Close()
        Me.Close()
    End Sub

    Private Sub ButtonConectar_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles ButtonConectar.Click
        If ButtonConectar.Text = "Conectar" Then
            ButtonConectar.Text = "Desconectar"
            SerialPort1.PortName = ComboBoxPuertos.Text
            'Sin el siguiente codigo solo cuenta hasta 0-63
            'SerialPort1.Encoding = System.Text.Encoding.GetEncoding(1252)
            SerialPort1.Open()
            Timer1.Start()
        Else
            ButtonConectar.Text = "Conectar"
            Timer1.Stop()
            SerialPort1.Close()
        End If
    End Sub
```

```

Private Sub CheckBoxManual_CheckedChanged(ByVal sender As System.Object, ByVal e As
System.EventArgs) Handles CheckBoxManual.CheckedChanged
    If CheckBoxManual.Checked = True Then
        If FlagH1 = 0 Then
            ButtonH1.Text = "ACTIVAR"
        Else
            ButtonH1.Text = "DESACTIVAR"
        End If

        If FlagH2 = 0 Then
            ButtonH2.Text = "ACTIVAR"
        Else
            ButtonH2.Text = "DESACTIVAR"
        End If

        ButtonH1.Enabled = True
        ButtonH2.Enabled = True
    Else
        ButtonH1.Enabled = False
        ButtonH2.Enabled = False
    End If
End Sub

```

```

Private Sub SerialPort1_DataReceived(ByVal sender As Object, ByVal e As
System.IO.Ports.SerialDataReceivedEventArgs) Handles SerialPort1.DataReceived
    'En este trabajo enviamos todo el texto formateado separados por
    'asteriscos y al final le agregamos un \n ó NewLine.
    'Con el comandoReadLine() el programa espera a que llegue el caracter \n
    'para recien leer todos los caracteres.
    TextoRecibido(SerialPort1.ReadLine())
End Sub

```

```

'En esta parte realizamos el formato para el muestreo de datos
Private Sub TextoRecibido(ByVal TextBack As String)
    Dim Buffer As String
    Dim Tabla() As String
    If TextBoxH1.InvokeRequired Then
Dim TCB As New TextCallBack(AddressOf TextoRecibido)
Me.Invoke(TCB, New Object() {TextBack})
    Else
        Buffer = TextBack
        Tabla = Split(Buffer, "*")
        If Tabla(0) = "H1" Then
            TextBoxH1.Text = CStr(Val(Tabla(1))) + "%"
            TextBoxT1.Text = CStr(Val(Tabla(2))) + "°C"
            If Val(Tabla(1)) >= 4 And CheckBoxManual.Checked = False Then
                SerialPort1.Write("q")
                FlagH1 = 1
            ElseIf Val(Tabla(1)) < 4 And CheckBoxManual.Checked = False Then
                SerialPort1.Write("a")
                FlagH1 = 0
            End If
            If CheckBoxManual.Checked = True Then
                If FlagH1 = 1 Then
                    SerialPort1.Write("q")
                Else
                    SerialPort1.Write("a")
                End If
            End If
            ElseIf Tabla(0) = "H2" Then
                TextBoxH2.Text = CStr(Val(Tabla(1))) + "%"
                TextBoxT2.Text = CStr(Val(Tabla(2))) + "°C"
                If Val(Tabla(1)) >= 4 And CheckBoxManual.Checked = False Then
                    SerialPort1.Write("w")
                    FlagH2 = 1
                ElseIf Val(Tabla(1)) < 4 And CheckBoxManual.Checked = False Then
                    SerialPort1.Write("s")
                    FlagH2 = 0
                End If
                If CheckBoxManual.Checked = True Then
                    If FlagH2 = 1 Then
                        SerialPort1.Write("w")
                    Else
                        SerialPort1.Write("s")
                    End If
                End If
            End If
        End If
    End Sub

```



```
Private Sub Timer1_Tick(ByVal sender As Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles Timer1.Tick
    If Turno = 1 Then
        SerialPort1.Write("1")
    ElseIf Turno = 2 Then
        SerialPort1.Write("2")
    End If

    Turno = Turno + 1
    If Turno = 3 Then
        Turno = 1
    End If
End Sub
```

```
Private Sub ButtonH1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ButtonH1.Click
    If FlagH1 = 0 Then
        FlagH1 = 1
        ButtonH1.Text = "DESACTIVAR"
    Else
        FlagH1 = 0
        ButtonH1.Text = "ACTIVAR"
    End If
End Sub
```

```
Private Sub ButtonH2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
ButtonH2.Click
    If FlagH2 = 0 Then
        FlagH2 = 1
        ButtonH2.Text = "DESACTIVAR"
    Else
        FlagH2 = 0
        ButtonH2.Text = "ACTIVAR"
    End If
End Sub

Private Sub Label2_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
Label2.Click

End Sub

Private Sub Label1_Click(ByVal sender As System.Object, ByVal e As System.EventArgs) Handles
Label1.Click

End Sub
End Class
```

#### 5.4. CODIGO FUENTE PARA EL MICROCONTROLADOR DE CADA MODULO DE CONTROL

Se desarrolló un programa en Mplab en cual permite al microcontrolador leer sensores de humedad, temperatura y mostrarlos en una pantalla lcd y a la vez transmitir inalámbricamente dicha información a una estación de control.

```
//16F877A
#include <xc.h>

__CONFIG(FOSC_XT & WDTE_OFF & PWRTE_ON & CP_OFF & LVP_OFF & BOREN_OFF);
#define _XTAL_FREQ 4000000

#include "lcd.c"

void delay(unsigned int);      //Retardo en milisegundos
unsigned int readAdc(char channel);  //Funcion AD
void lcdNumber(unsigned int);
void rs232Write(const char *);
void rs232Number(unsigned int);
void rs232Enter();

void main()
{
    unsigned int adc,humedad,temperatura;
    char entero,decimal,caracter;

    ADCON1=0x84;//JUST der(8); A0, A1, A3 analogos
    TRISA=0x0B;  //A0 humedad, A1 temperatura
    TRISB=0x00;  //B0 Led
    TRISC=0xC0;  //RC6 TX, RC7 RX
    TRISD=0x00;  //LCD, D2 CONTRASTE 0V
    TRISE=0x00;  //Salidas

    PORTA=PORTB=PORTC=PORTD=PORTE=0x00;
    RB1=1; //+5V LM35
```

```
lcd_start();    //Inicializar el LCD
```

```
//Configurando USART del PIC para RS232
```

```
TXSTA=0b00100100; //TX 8 bits, TX ON, ASYNC, HIGH SPEED(16)
```

```
RCSTA=0b10010000; //USART ON, RX 8 bits,RECEIVE CONTINUOUS.
```

```
SPBRG=25;    //SPBRG=(Fosc(Hz))/(BAUD*16))-1 =(4000000/(9600*16))-1
```

```
while(1)
```

```
{
```

```
    adc=readAdc(0);
```

```
    humedad=(unsigned int)(adc*0.97);
```

```
    humedad=1000-humedad;
```

```
    adc=readAdc(1);
```

```
    temperatura=adc/2;
```

```
    lcd_xy(1,1);lcd_text("TEMPERA=");lcdNumber(temperatura);
```

```
    lcd_text(" ");
```

```
    //rs232Write("ADC=");rs232Number(adc);rs232Enter();
```

```
    entero=humedad/10;decimal=humedad-entero*10;
```

```
    lcd_xy(1,2);lcd_text("HUMEDAD=");
```

```
    lcdNumber(entero);lcd_char('.');lcdNumber(decimal);
```

```
    lcd_char('%');lcd_text(" ");
```

```
    if(OERR)
```

```
    {caracter=RCREG;caracter=RCREG;CREN=0;CREN=1;}
```

```
    if(RCIF)
```

```
    {
```

```
        caracter=RCREG;
```

```
        if(caracter=='1')
```

```
        {
```

```
            rs232Write("H1*");rs232Number(entero);
```

```
            while(!TXIF);TXREG='.';rs232Number(decimal);
```

```
            while(!TXIF);TXREG='*';rs232Number(temperatura);
```

```
            rs232Enter();
```

```
        }
```

```
        else if(caracter=='q') RB0=1;
```

```

        else if(caracter=='a') RB0=0;
    }
    delay(100);
}
}

```

```

void delay(unsigned int n)
{
    while(n>0)
    {__delay_ms(1);n--;}
}

```

```

void lcdNumber(unsigned int num)
{
    unsigned int uni;
    char mil,cen,dec;

    uni=num;dec=cen=mil=0;
    while(uni>=10)
    {
        uni-=10;dec++;
        if(dec==10)
        {
            dec=0;cen++;
            if(cen==10)
            {cen=0;mil++;}
        }
    }

    if(num>=1000) lcd_char(mil+48);
    if(num>=100)  lcd_char(cen+48);
    if(num>=10)   lcd_char(dec+48);
    lcd_char(uni+48);
}

```

```

unsigned int readAdc(char channel)

```

```

{
    channel<=3;
    ADCON0=channel|0b01000001;    //A 20MHz debe ser 0b10000001;
    __delay_us(50);
    GO=1;        //Inicia conversion;
    while(GO);    //Espera fin de conversion
    return(ADRESH*256+ADRESL);
}

void rs232Write(const char *t)
{
    char n=0;
    while(*t) {while(!TXIF);TXREG=*t++;}
}

void rs232Number(unsigned int num)
{
    unsigned int uni;
    char mil,cen,dec;

    uni=num;dec=cen=mil=0;
    while(uni>=10)
    {
        uni-=10;dec++;
        if(dec==10)
        {
            dec=0;cen++;
            if(cen==10)
            {cen=0;mil++;}
        }
    }

    if(num>=1000) {while(!TXIF);TXREG=mil+48;}
    if(num>=100)  {while(!TXIF);TXREG=cen+48;}
    if(num>=10)   {while(!TXIF);TXREG=dec+48;}
    while(!TXIF);TXREG=uni+48;
}

```

```
}
```

```
void rs232Enter()
```

```
{
```

```
    //13 para retorno de carro y 10 nueva linea
```

```
    while(!TXIF);TXREG=13;while(!TXIF);TXREG=10;
```

```
}
```

## CAPITULO VI

### COSTOS DEL PROYECTO DE SISTEMA PILOTO DE RIEGO TECNIFICADO

#### 6.1. COSTOS DEL PROYECTO

En este capítulo se mostrara la tabla de costos para la implementación del proyecto en una se mostrara solo los costos de materiales y la otra tabla se considera los costos de ingeniería con un costo por hora de S/.40.

##### 6.1.1. COSTO DE MATERIALES

| ITEM | MATERIALES                  | CANTIDAD | P.UNITARIO | P. TOTAL            |
|------|-----------------------------|----------|------------|---------------------|
| 1    | MICROONTROLADOR PIC 16F877A | 2        | S/. 22.00  | S/. 44.00           |
| 2    | SENSOR RF SV11              | 4        | S/. 120.00 | S/. 480.00          |
| 3    | LCD 16 X2                   | 2        | S/. 18.00  | S/. 36.00           |
| 4    | PANEL SOLAR 12 VOLTIOS      | 2        | S/. 45.00  | S/. 90.00           |
| 5    | SENSOR DE TEMPERATURA LM35  | 2        | S/. 6.00   | S/. 12.00           |
| 6    | REGULADOR DE VOLTAJE 7805   | 4        | S/. 5.00   | S/. 20.00           |
| 7    | CAJAS DE PASE               | 3        | S/. 10.00  | S/. 30.00           |
| 8    | BATERIAS DE 12 VOLTIOS      | 2        | S/. 30.00  | S/. 60.00           |
| 9    | ADAPTADOR USV SERIAL TTL    | 1        | S/. 19.00  | S/. 19.00           |
| 10   | MINIBOMBAS DE AGUA          | 2        | S/.30.00   | S/. 60.00           |
| 11   | PLACA IMPRESA               | 2        | S/. 80.00  | S/. 160.00          |
| 12   | CABLES                      | 1        | S/. 20.00  | S/. 20.00           |
| 13   | OTROS                       | 1        | S/. 100.00 | S/. 100.00          |
|      | <b>TOTAL</b>                |          |            | <b>S/. 1,131.00</b> |

### 6.1.2. COSTOS DE MATERIALES MÁS INGENIERÍA

| ITEM | MATERIALES                  | CANTIDAD | P.UNITARIO | P. TOTAL            |
|------|-----------------------------|----------|------------|---------------------|
| 1    | MICROONTROLADOR PIC 16F877A | 2        | S/. 22.00  | S/. 44.00           |
| 2    | SENSOR RF SV11              | 4        | S/. 120.00 | S/. 480.00          |
| 3    | LCD 16 X2                   | 2        | S/. 18.00  | S/. 36.00           |
| 4    | PANEL SOLAR 12 VOLTIOS      | 2        | S/. 45.00  | S/. 90.00           |
| 5    | SENSOR DE TEMPERATURA LM35  | 2        | S/. 6.00   | S/. 12.00           |
| 6    | REGULADOR DE VOLTAJE 7805   | 4        | S/. 5.00   | S/. 20.00           |
| 7    | CAJAS DE PASE               | 3        | S/. 10.00  | S/. 30.00           |
| 8    | BATERIAS DE 12 VOLTIOS      | 2        | S/. 30.00  | S/. 60.00           |
| 9    | ADAPTADOR USV SERIAL TTL    | 1        | S/. 19.00  | S/. 19.00           |
| 10   | MINIBOMBAS DE AGUA          | 2        | S/.30.00   | S/. 60.00           |
| 11   | PLACA IMPRESA               | 2        | S/. 80.00  | S/. 160.00          |
| 12   | CABLES                      | 1        | S/. 20.00  | S/. 20.00           |
| 13   | OTROS                       | 1        | S/. 100.00 | S/. 100.00          |
| 14   | COSTO DE INGENIERIA         | 50       | S/.50.00   | S/.2,500.00         |
|      | <b>TOTAL</b>                |          |            | <b>S/. 2,631.00</b> |



## CONCLUSIONES

- El presente proyecto se desarrolla para poder dar alternativas de solución a uno de los problemas más puntuales que describe el uso inadecuado de recursos existentes en esta región básicamente el recurso hídrico.
- El proyecto piloto de riego tecnificado planteado, tiene una interacción con la tecnología aplicada a las ciencias electrónicas ya que como es conocido aun en la actualidad se advierte el uso de métodos antiguos en relación al riego agrícola.
- El proyecto Piloto de Riego Tecnificado, tiene como beneficios poder sensar la humedad del suelo evitando de esta manera que no se desperdicie el recurso híbrido, obteniendo datos más exactos acerca de saber cuánta cantidad de agua se necesita para un sembrío en específico.
- La implementación del panel solar en el Proyecto Piloto de Riego tecnificado se da ya que se puede aprovechar la energía renovable, es decir al generar corriente continua será él, el que suministre la energía al módulo de control de riego.
- Este Proyecto de tesis lo que buscas es sacarle provecho a la tecnología, en el sector agropecuario optimizando recursos económicos y recurso híbrido, buscando alternativas de solución ante la escasez de éste último.

## **RECOMENDACIONES**

- Se recomienda generar una base de datos en Access para almacenar los datos de humedad temperatura de acuerdo al tipo de terreno, sembrío y de esta manera exportar la data y poder mostrarla a través de Visual Basic.
- Muchos sistemas de irrigación no cuentan con un método de programación consistente, por lo que quizá esté aplicando menos agua de la necesaria. En este caso, el rendimiento del cultivo se verá reducido incluso antes de que se perciban síntomas en las plantas. También es posible que esté sobreirrigando el cultivo, con lo cual se reduce su potencial de afrontar estrés debido a la sequía, sobre todo en cultivos de alto valor. Una programación de riego eficiente maximiza su retorno de inversión en semillas, fertilizantes, terreno y otros agroinsumos

## BIBLIOGRAFÍA

- Agraria Pe. (s.f.). Sistema de Riego Tecnificado, págs. 35- 75.
- (2015). Comunicacion Inalambrica.
- Dr. Angulo Usategui, "Microcontroladores Pics Tomo I", España, 1997.
- Dr. Angulo Usategui, "Microcontroladores Pics Tomo II", España, 2000.
- Dr. Angulo Usategui, "Microcontroladores Pic- Diseño practico de aplicaciones", 2da Edición , España 2006.
- Ing. Juan Manuel Jacinto, "Visual Basic para Ingenieros", Universidad Nacional de Piura – Perú, 2004.
- Medidores para uso agricola. (2012).
- Monografias. (2010). Actividades Economica de la Region Piura- Peru. Piura.
- Proyecto Chira Piura. (2014). 27.

## WEBGRAFIA

- Anónimo (2010). El mundo de los microcontroladores. Recuperado de: <http://www.mikroe.com/chapters/view/79/capitulo-1-el-mundo-de-losmicrocontroladores/> [Julio 23, 2014]
- Actividades económicas de la región Piura. Perú. En: [www.monografias.com/trabajos46/economia-piura/economia-piura2.shtml](http://www.monografias.com/trabajos46/economia-piura/economia-piura2.shtml)
- Chira - Piura  
<https://es.wikipedia.org/wiki/Chira-Piura>
- García F. (2014). PROTEUS – ISIS MANUAL, Recuperado de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Proteus/47016531.html>
- Medeiros - ingeniería y sistemas de riego [http://www.medeiros.cl/?page\\_id=27](http://www.medeiros.cl/?page_id=27)
- Agraria pe  
<http://agraria.pe/noticias/sistemas-de-riego-tecnificado-3715>
- Medidores para uso agrícola.  
<http://www.gisiberica.com/AGRICULTURA.html>
- Comunicación inalámbrica  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n\\_inal%C3%A1mbrica](https://es.wikipedia.org/wiki/Comunicaci%C3%B3n_inal%C3%A1mbrica)
- National Instruments  
<http://www.ni.com/white-paper/7142/es/>
- Microcontrolador pic  
[https://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador\\_PIC](https://es.wikipedia.org/wiki/Microcontrolador_PIC)
- <http://teslabem.com/productos/circuitos-integrados/pic-16f877a.html>

© The image and text contained in this document are the property of the copyright owner.